corso di
RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 1 - 8 luglio 1961 - un fascicolo lire 150 40° numero

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478

MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

LA STEREOFONIA

Se si ascolta la riproduzione di un brano orchestrale, mediante l'impiego di un normale amplificatore ad Alta Fedeltà, pur potendosi ottenere con tale mezzo dei suoni perfettamente puri, ci si accorge subito di una notevole differenza rispetto al brano stesso così come esso verrebbe udito se fosse ascoltato direttamente davanti all'orchestra. La musica risulta mancante del senso che potremmo dire della *profondità*: non si ha, in altre parole, la sensazione della distanza da cui provengono i singoli suoni, e della *direttività*, così che tutti i suoni sembrano provenire da una identica direzione. Se ci si trova d'innanzi all'orchestra, invece, si percepisce nettamente la diversa direzione di provenienza dei suoni, alcuni dei quali giungono dagli strumenti disposti alla sinistra dell'ascoltatore, altri dalla destra, alcuni dagli strumenti più distanti, altri ancora da quelli più vicini.

La differenza essenziale tra questi due generi di audizioni dipende dal fatto che la musica riprodotta secondo il metodo tradizionale (« monofonico ») manca dell'**effetto stereofonico**, effetto che è invece presente quando si ascolta la musica in sala da concerto. L'effetto stereofonico, è, da molti punti di vista, analogo all'effetto tridimensionale nelle immagini visive. Come sappiamo, una normale fotografia non permette a chi la osserva, di giudicare la reciproca posizione dei singoli oggetti o persone con esattezza, specialmente per quanto riguarda la « profondità ».

Per ottenere immagini tridimensionali si ricorre — come è noto — all'osservazione contemporanea di due fotografie, una mediante l'occhio destro e l'altra mediante l'occhio sinistro, leggermente spostate tra loro. Le due fotografie devono anche essere state riprese da due posizioni leggermente diverse. Analogamente, per ottenere, in acustica, l'effetto di profondità o « stereofonico », si ricorre alla registrazione contemporanea dei suoni provenienti da una orchestra, su due canali separati, e i microfoni di questi canali vengono disposti in posizioni diverse. All'atto della riproduzione, i segnali dei due canali vengono amplificati separatamente, e riprodotti da due altoparlanti, o da due gruppi di altoparlanti, delle medesime caratteristiche per entrambi i canali, ma disposti in due posizioni diverse, che ripetono quelle adottate per i microfoni durante la registrazione. Il fatto che in tal modo si ottenga un buon effetto di direzionalità è ovvio, dato che i suoni che, durante la registrazione, provenivano dalla direzione relativa ad un microfono, vengono riprodotti dall'altoparlante corrispondente, mentre quelli che provenivano dall'altra direzione, vengono riprodotti dall'altro altoparlante. Ciò, anche in ragione del fatto che per le registrazioni stereofoniche si adottano — in genere — microfoni direzionali che, come sappiamo, raccolgono prevalentemente i suoni provenienti dalla direzione verso cui sono orientati. Occorre, tuttavia, notare che l'effetto direzionale non potrà mai essere perfetto, poichè le direzioni da cui provengono i suoni sono — in realtà — infinite, mentre i canali di registrazione e di riproduzione sono, in linea di massima, soltanto due. Il miglioramento rispetto al sistema di registrazione monofonica è, comunque, notevole.

L'effetto di profondità è ottenuto, invece, in virtù di una particolare caratteristica dell'organo dell'udito, secondo la quale, attraverso le differenze di intensità, di fase e di tempo, tra le sensazioni sonore che giungono all'orecchio destro e quelle che giungono all'orecchio sinistro, rappresentanti lo stesso suono in questione, è possibile giudicare la distanza della sorgente. Si comprende quindi come, disponendo un microfono alla destra dell'orchestra ed uno alla sinistra, e riproducendo successivamente la registrazione con gli altoparlanti dei due canali disposti allo stesso modo, vengano conservati, almeno parzialmente, il carattere di diversa intensità, e le differenze di tempo e di fase tra i suoni che colpiscono l'orecchio destro e quelli che colpiscono l'orecchio sinistro.

La stereofonia, per dare buoni risultati, richiede che le posizioni dei microfoni e degli altoparlanti vengano studiate adeguatamente, e che le registrazioni e le riproduzioni dei due canali siano perfettamente sincronizzate. Il sistema di registrazione stereofonica su disco o su nastro, deve pertanto essere diverso da quello monofonico, e precisamente deve consentire la registrazione, e la riproduzione, contemporanea di due canali, totalmente separati l'una dall'altro. Anche l'amplificatore dovrà essere diverso, dovendosi avere, anche in esso, la separazione tra i due canali.

In questa lezione daremo uno sguardo d'assieme alla tecnica di registrazione e di riproduzione stereofonica; naturalmente, ad essa sono inerenti particolari problemi, riguardanti ad esempio, la disposizione ed il tipo dei microfoni e degli altoparlanti, nonchè le caratteristiche delle testine di riproduzione, ma ciò rimane oggetto di studio particolare che può essere approfondito in sede di specializzazione.

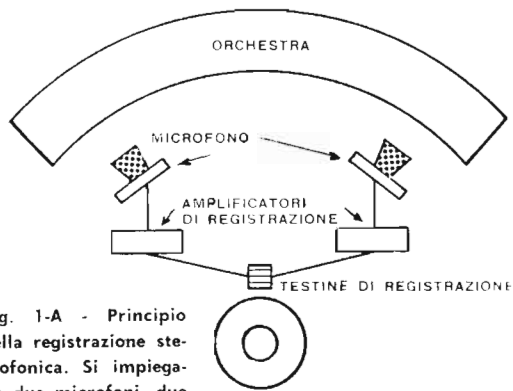



Fig. 1-A - Principio della registrazione stereofonica. Si impiegano due microfoni, due amplificatori e due testine di registrazione.

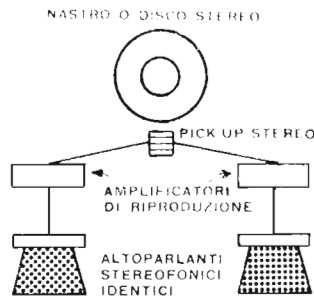



Fig. 1-B - Nella riproduzione « stereo » si hanno due testine di lettura (formanti il « pick-up »), i cui segnali vengono inviati a due amplificatori, seguiti, a loro volta, da due altoparlanti.

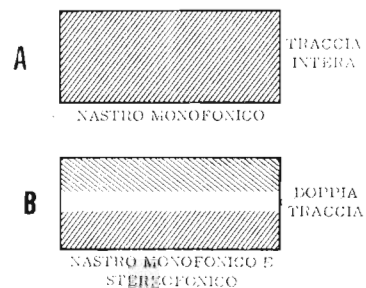



Fig. 2 - In A, impiego dell'intera superficie del nastro per la registrazione magnetica monofonica. In B, suddivisione in due tracce, per registrazione monofonica a doppia durata, o per registrazione stereofonica.

SISTEMI MONOFONICI e STEREOFONICI

Allo scopo di rendere più chiaro il concetto di stereofonia, mettiamo a confronto i processi « mono » e « stereo », partendo dalla sorgente musicale (orchestra) ed arrivando fino all'ascoltatore. Come già detto, la riproduzione sonora stereo impiega un sistema a « due canali » completamente separati, mentre la riproduzione normale usa un solo canale. Questo concetto è veramente basilare per l'esatta comprensione del sistema stereofonico.

Registrazione — Le onde sonore provenienti dall'orchestra vengono, nella registrazione monofonica, captate da un solo microfono, o da più microfoni facenti però tutti capo al medesimo amplificatore monocanale. Il metodo normalmente adottato in tale caso, consiste nel disporre il microfono circa all'altezza del podio del direttore d'orchestra. Si è infatti trovato che, in tale posizione, il microfono riceve una soddisfacente miscela dei suoni provenienti dai diversi strumenti dell'orchestra, anche nel caso delle grandi orchestre per musica sinfonica.

Nel caso analogo della registrazione stereo, si collocano invece due microfoni, direttamente di fronte all'orchestra, ma disposti uno sul lato destro e l'altro sul lato sinistro, e distanziati tra loro di due o tre metri. La esatta sistemazione dipende dalla disposizione degli strumenti, dalla sala d'esecuzione, dall'estensione dell'orchestra, ed infine, dal tipo di effetto stereofonico che si intende ottenere. Come abbiamo visto, infatti, anche il sistema di registrazione stereofonica non dà che approssimativamente l'effetto di « presenza », ed è quindi possibile, variando, in fase di registrazione, la posizione dei microfoni, ottenere tipi diversi di effetti stereofonici volti particolarmente a rendere direzionale il suono di alcuni strumenti, piuttosto che quello di altri.

In linea di massima, comunque, uno dei due microfoni riceve con misura predominante i suoni provenienti da un lato dell'orchestra, mentre il secondo si comporta analogamente per quelli provenienti dall'altro lato. Il tipo del microfono è essenziale a questo scopo. Infatti, la maggiore o minore distanza dei microfoni dai diversi lati dell'orchestra non è sufficiente per bene differenziare i suoni corrispondenti ai due canali: occorre ricorrere anche ai microfoni direzionali. Però, se la direzionalità di questi ultimi è eccessiva, si ottiene il solo effetto direzionale, e non più l'effetto di profondità. Quest'ultimo richiede, infatti, che tutti i suoni, anche quelli provenienti da un lato estremo, siano riprodotti da entrambi i canali, sebbene con fasi ed intensità diverse; ciascun microfono deve perciò riprodurre prevalentemente i suoni provenienti da una data direzione, senza però trascurare del tutto quelli provenienti dall'altro lato.

Processo di registrazione. — Secondo il normale processo di registrazione dei dischi si hanno i seguenti passaggi. Non appena l'orchestra inizia l'esecuzione, ha inizio anche il processo di registrazione. Esso è rappresentato schematicamente alla **figura 1-A**. Questa fase consiste nella registrazione della musica su nastro. Successivamente, nel controllo dei nastri, si rimuove da essi tutto ciò che è indesiderato. Montati i brani musicali nell'ordine voluto, si ricava dal nastro il disco matrice, e successivamente — dopo lavorazioni intermedie — i dischi che vengono posti in commercio.

Il processo di registrazione stereofonica avviene nello stesso modo di quello monofonico di cui ora abbiamo detto, se si accettua il fatto che i segnali provenienti dai due microfoni vengono registrati separatamente sul nastro, secondo la tecnica che illustreremo più avanti, e vengono successivamente tenuti separati durante tutte le fasi della riproduzione. Come nel caso precedente, il prodotto finale è il disco posto in commercio: questa volta si tratta però di un disco « stereo », che deve quindi portare incisi, separatamente, i suoni corrispondenti ai due canali di registrazione.

Riproduzione — Sappiamo che il disco monofonico viene collocato su di un giradischi, e rivelato mediante una testina riproduttrice del tipo a noi già noto. Il segnale proveniente dalla testina viene amplificato, ed infine trasformato in energia sonora.

Il disco stereo, o il nastro stereo, vengono invece « letti » con una testina apposita, che consente la riproduzione contemporanea e separata dei due canali incisi. Successivamente, i due segnali vengono inviati a due amplificatori separati, ed i suoni corrispondenti vengono riprodotti mediante due altoparlanti o gruppi di altoparlanti. Il procedimento è illustrato alla figura 1-**B**. In una normale stanza di soggiorno i due gruppi di altoparlanti si trovano generalmente distanziati l'uno

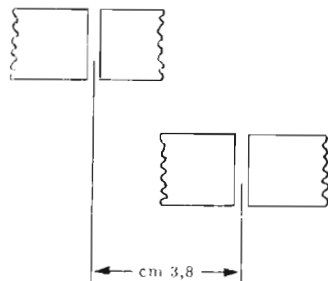



Fig. 3-A - Spostamento delle due testine, una rispetto all'altra, di 3,8 cm, secondo il vecchio sistema.

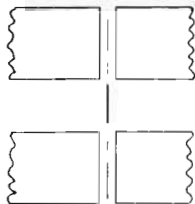



Fig. 3-B - Con le moderne testine, date le minime dimensioni, è possibile l'allineamento verticalmente, come indicato.

Fig. 4 - Suddivisione della superficie del nastro in quattro tracce. In questo caso, si hanno sempre due testine, sia per registrazioni monofoniche di durata quadrupla, sia per registrazioni « stereo » di durata doppia.

Fig. 5 - In alto, direzione delle oscillazioni della puntina nel caso di registrazione laterale su disco. In basso, direzione delle oscillazioni nella registrazione verticale.

dall'altro di circa due o tre metri, analogamente a quanto avviene per i microfoni, nel caso della registrazione. I due altoparlanti irradiano suoni diversi che convergono nel punto ove trovasi l'ascoltatore, provenendo da direzioni diverse. Inoltre, i suoni provenienti da ciascuno dei due altoparlanti pervengono all'orecchio con intensità diversa, e dopo intervalli di tempo diversi, in ragione della diversa lunghezza del percorso sonoro per giungere all'orecchio sinistro ed a quello destro. Ciò origina i due effetti fondamentali ottenibili mediante la stereofonia: la direttività e la profondità.

REGISTRAZIONE STEREO su NASTRO

Esistono, in pratica, diversi metodi per la registrazione su nastro, in parte a noi già noti. Abbiamo esaminato in una apposita lezione questo argomento: dobbiamo ora ricapitolare quelle cognizioni come una necessaria premessa alla illustrazione del sistema stereofonico applicato alla registrazione magnetica.

Un metodo tra i primi usati, ancora assai sfruttato nelle registrazioni professionali monofoniche, è quello ad una sola pista: la registrazione viene effettuata sull'intera altezza del nastro. Ciò è indicato alla **figura 2-A**. La registrazione monofonica su traccia intera viene usata perchè consente di ottenere un rapporto segnale-disturbo migliore di quello ottenibile col sistema a due piste, ed anche perchè è più facile identificare i brani contenuti su ogni nastro.

La registrazione a « doppia pista », la più diffusa nei registratori attuali, benchè sia in corso un ulteriore processo evolutivo, è illustrata alla figura 2-**B**. Nel caso di registrazioni monofoniche, il nastro viene inciso solo su di una sottile pista laterale, e, successivamente, viene rovesciato ed inciso nella sua seconda metà. In questo modo, la durata della registrazione risulta raddoppiata, pur verificandosi l'inconveniente di dover rovesciare il nastro, il che rende necessaria una interruzione nella continuità della registrazione. La registrazione a doppia pista si presta ottimamente al sistema stereofonico, poichè, mediante l'impiego di due testine di registrazione (e di lettura), è possibile incidere contemporaneamente sulla metà superiore del nastro uno dei due canali stereo e sulla metà inferiore il secondo. Si ottiene così un perfetto sincronismo tra le due riproduzioni, essenziale per la qualità della riproduzione. I primi registratori stereo su doppia pista usavano due testine « spostate » ossia disposte ad una certa distanza l'una dall'altra, come si vede alla **figura 3-A**. Lo spostamento tra le verticali dei traferri delle due testine era di 3,8 cm, e pertanto le due registrazioni, corrispondenti ai due canali, si trovavano spostate, l'una rispetto all'altra, di tale distanza. Il sincronismo non veniva a mancare per il fatto che anche la riproduzione veniva effettuata con la medesima distanza tra le testine. Sorgevano però degli inconvenienti volendo riprodurre lo stesso nastro con un altro registratore, nel quale detta distanza poteva non essere rigorosamente eguale.

Le « testine spostate » venivano utilizzate per il fatto che non si era riusciti a realizzare testine di dimensioni così piccole da poterne disporre due, l'una sull'altra sulla medesima linea verticale, in modo che le loro espansioni polari coincidessero sulle due piste da incidere. Attualmente questo problema è stato risolto, e si registra quindi con le testine allineate, come si vede alla figura 3-**B**. In entrambi i casi, rimane comunque il fatto che, a differenza del sistema monofonico, il sistema stereo richiede la presenza di due testine di registrazione e riproduzione.

Nei magnetofoni più recenti si usa il sistema di registrazione cosiddetto a « quattro piste ». Questi magnetofoni sono sempre provvisti, anche se monofonici, di due testine, le quali possono registrare, a seconda del senso in cui è rivoltato il nastro, sulle piste 1 e 3 oppure 2 e 4 (**figura 4**). Nel caso di registrazioni monofoniche, le due testine agiscono successivamente, e si ottiene pertanto che il tempo di durata di un nastro risulta quadruplicato. Nel caso della registrazione stereo, invece, si registrano contemporaneamente i due canali, una prima volta sulle piste 1 e 3, dopo di che si rovescia il nastro e si registra contemporaneamente sulle piste 2 e 4. Il sistema ora esposto consente di ottenere registrazioni stereo di durata doppia. Esso, pur dando risultati sufficienti per l'impiego domestico, viene raramente adottato negli studi professionali, poichè, registrando su molte piste, l'una vicina all'altra, si effettuano delle piccole interazioni (di cui diremo) da un canale all'altro, dovute particolarmente al flusso disperso delle testine, che comportano delle imperfezioni nella successiva riproduzione.

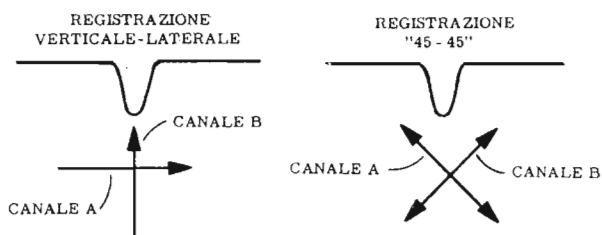



Fig. 6-A — Metodo di registrazione « stereo » su disco, impiegando contemporaneamente il sistema laterale e quello verticale.

Fig. 6-B - Principio della registrazione stereo su disco col metodo «45-45» o « Westrex ». I due canali sono tra loro a 90°.

Fig. 7 - In A, principio del « pick-up » piezoelettrico laterale. I segnali vengono prelevati tra le facce verticali del cristallo. In B, la testina è del tipo verticale, ed i segnali vengono prelevati tra le facce orizzontali del cristallo.

REGISTRAZIONE STEREO su DISCO

I dischi stereofonici utilizzano una combinazione di quelle tecniche di registrazione che per molti anni sono state usate nella produzione dei dischi monofonici. Esse sono rappresentate alla **figura 5**. Il metodo monofonico attualmente più diffuso è — come sappiamo — quello della registrazione laterale, secondo il quale il braccio di registrazione, in presenza di suoni, invece di tracciare sulla matrice del disco un solco perfettamente circolare, compie delle deviazioni laterali parallele al piano del disco. Con il vecchio metodo della registrazione verticale, invece, il solco varia in profondità nella direzione normale al piano del disco.

Nella stereofonia, si combinano entrambi i metodi suddetti, onde registrare su di un unico solco il segnale proveniente dai due canali separati. I primi dischi stereo usavano la registrazione verticale per un canale e la registrazione laterale per l'altro (**figura 6-A**). Il metodo più recente, che ha dato risultati nettamente migliori, impiega il sistema « **45-45** » detto anche sistema « Westrex », il cui principio è illustrato alla figura 6-**B**.

Nel sistema 45-45, entrambi i canali sono registrati su di uno stesso solco, e secondo un angolo di 90° l'uno rispetto all'altro. Ciò, in effetti, è vero anche per il procedimento descritto in precedenza, poichè — in esso — la registrazione laterale è a 90° rispetto a quella verticale. Tuttavia, secondo questo metodo, i due piani di registrazione si presentano egualmente inclinati, sia rispetto al piano orizzontale del disco che rispetto a quello verticale, ossia a 45° da entrambi questi piani. Da ciò deriva la denominazione « 45-45 ».

Le principali ragioni per cui quest'ultimo sistema viene preferito a quello verticale-laterale, possono così essere riassunte:

1) Il sistema verticale-laterale dà luogo ad una distorsione molto più alta in un canale, rispetto all'altro. Il sistema 45-45, dato che entrambi i canali possiedono una eguale componente verticale, suddivide in egual misura la distorsione fra i due canali: il sistema è quindi più bilanciato.

2) La presenza di granulosità nel solco del disco si manifesta come una modulazione verticale estranea, che determina l'insorgere di disturbi, specie sotto forma di scricchiolii.

Essa non ha invece alcun effetto sul movimento orizzontale della puntina. La registrazione stereo verticale-orizzontale darebbe luogo, pertanto, ad una riproduzione disturbata del canale verticale, mentre il canale orizzontale ne risulterebbe completamente esente. Nel sistema 45-45, invece, poichè entrambi i canali possiedono un'eguale componente verticale ed un'eguale componente orizzontale, i disturbi, oltre a diminuire notevolmente in valore assoluto, si suddividono in egual misura tra i due canali. Anche ciò contribuisce a dar luogo ad un sistema bilanciato.

3) Occorre infine considerare che i complessi stereo devono anche essere adatti alla riproduzione di dischi normali. Se un disco monofonico viene riprodotto con una puntina stereo del tipo verticale-laterale, tutto il suono risulta riprodotto dal canale laterale, e tutto il disturbo dal canale verticale. Si deve quindi disinserire completamente uno dei due amplificatori ed i relativi diffusori acustici, limitando così la potenza e la diffusione dei suoni. Con una puntina adatta al sistema 45-45, invece, il disco monofonico viene letto in egual misura da entrambi i canali, e dà quindi luogo ad una riproduzione complessivamente migliore.

« PICK - UP » per STEREOFONIA

I « pick-up » stereofonici funzionano secondo lo stesso principio base dei loro equivalenti monofonici; si constata solo la presenza di un maggiore numero di componenti, necessari ad ottenere la lettura dei due canali. I rivelatori in questione possono essere sia del tipo a cristallo (« pick-up » piezoelettrico) che del tipo magnetico (a riluttanza variabile). Confrontiamone il funzionamento con quello dei tipi monofonici.

Tipi piezoelettrici

Dell'effetto piezoelettrico, abbiamo già detto a suo tempo, (pagina 111). Vediamo però in che modo l'effetto piezoelettrico possa essere sfruttato per la costruzione di « pick-up » per dischi monofonici ad incisione laterale. La **figura 7-A** rappresenta un «pick-up» piezoelettrico *laterale*, semplificato. Ad un estremo di una piastrina di cristallo piezoelettrico è fissata una puntina, mentre l'altro estremo è solidale con la custodia e col braccio del « pick-up ». Sui lati della piastrina sono disposti due sottili fogli metallici. Quando i

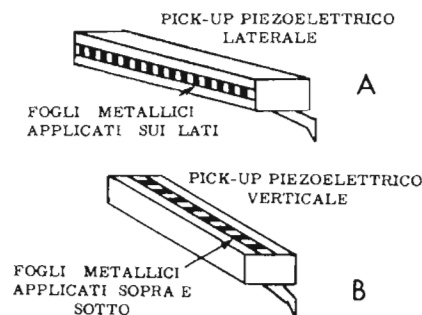
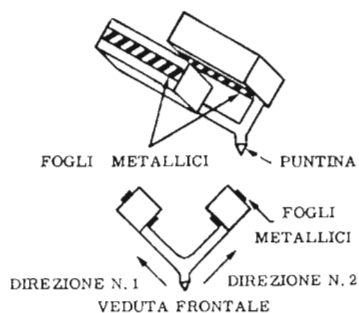



Fig. 8 - Esempio di testina « stereo » a cristallo, costituita da due unità azionate da un'unica puntina. Ciascun cristallo fornisce i segnali dovuti alle vibrazioni lungo il suo asse attivo.

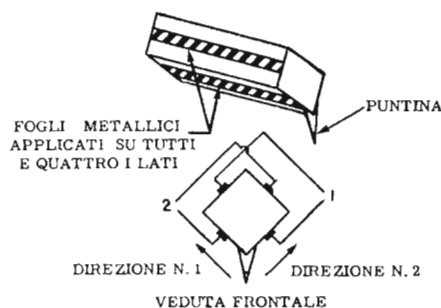



Fig. 9 - Principio della moderna testina « stereo » a cristallo. I due segnali vengono prelevati sulle due coppie di lati di un unico cristallo, al quale le vibrazioni pervengono tramite una unica puntina di lettura.

movimenti laterali della puntina piegano la piastrina in senso laterale, tra i due elettrodi si generano delle tensioni, proporzionali alle flessioni, che vengono raccolte ed inviate all'ingresso dell'amplificatore.

Un « pick-up » piezoelettrico *verticale* risulta eguale ad un « pick-up » laterale, se si eccettua il fatto che i due elettrodi metallici sono disposti l'uno nella parte superiore del cristallo, e l'altro nella parte inferiore (figura 7-**B**). Di conseguenza, quando la puntina percorre il solco del disco, causa delle vibrazioni della piastrina in senso verticale; gli elettrodi raccolgono le tensioni presenti tra la sommità ed il fondo di questa.

Cosa accade quando un « pick-up » piezoelettrico monofonico laterale viene usato con un disco monofonico ad incisione verticale? Poichè la puntina segue l'andamento del solco, le vibrazioni trasmesse alla piastrina piezoelettrica avverranno in senso verticale, producendo una tensione sui lati superiore ed inferiore. Tuttavia, dato che la piastrina per riproduzione di dischi incisi in senso laterale è priva di elettrodi sui due lati ora citati, le tensioni ivi generate non vengono raccolte, nè inviate all'amplificatore.

Un « pick-up » per la lettura di dischi stereofonici deve essere in grado di fornire contemporaneamente — ai capi di due coppie di elettrodi — le tensioni corrispondenti ai due canali incisi nel solco del disco. Alla **figura 8** è indicato un semplice tipo di « pick-up » per registrazioni stereofoniche, costituito da due testine monofoniche messe in movimento da un'unica puntina, e disposta all'interno della stessa custodia. Come si vede nella figura, le due testine sono orientate a 90° tra di loro, ed a 45° col piano orizzontale del disco. In tal modo, ognuna di esse viene sollecitata dalle vibrazioni della puntina provocate dal canale di incisione la cui direzione è indicata dalla freccia. Di conseguenza, quando il solco stereo fa muovere la puntina nella direzione numero 1, si genera una tensione tra gli elettrodi metallici disposti sulla piastrina numero 1. Il movimento della puntina nella direzione numero 2, viceversa, provoca una tensione sugli elettrodi della piastrina numero 2. Le due tensioni vengono raccolte separatamente ed inviate ciascuna al proprio canale di amplificazione.

Attualmente, questo tipo di « pick-up » stereofonico viene usato di rado, poichè ne è stato progettato uno più semplice e più universale. Esso è rappresentato schematicamente dalla **figura 9**, ed è costituito da una sola piastrina piezoelettrica. Quest'ultima è disposta con una inclinazione di 45° rispetto al piano orizzontale del disco, ed è provvista di quattro elettrodi metallici, collocati ciascuno su ogni faccia. La puntina è collegata direttamente sullo spigolo inferiore della piastrina piezoelettrica. Quando la puntina imprime alla piastra una vibrazione nella direzione 1, la tensione si genera ai capi degli elettrodi indicati con 1, mentre quando la puntina si muove nella direzione 2, la tensione compare ai terminali indicati con 2. Le tensioni provenienti da ciascuna coppia di elettrodi vengono inviate ad amplificatori separati, onde ottenere la riproduzione stereofonica.

Il tipo di « pick-up » piezoelettrico stereofonico ora descritto è di applicazione universale in quanto può essere usato, praticamente, anche come rivelatore per dischi monofonici. La principale caratteristica cui deve soddisfare un buon « pick-up » monofonico, è la riproduzione totale del moto della puntina in senso laterale, e la soppressione dei movimenti in senso verticale. Questi ultimi sono infatti quelli che determinano fruscio e disturbi vari. Questa caratteristica si manifesta perfettamente nel « pick-up » stereo descritto.

Consideriamo infatti la **figura 10**. Sono ivi illustrati schematicamente i collegamenti normalmente usati per la riproduzione stereo. Per l'impiego monofonico, i terminali destro e sinistro vengono collegati insieme ed usati come terminale « caldo ». Quando il « pick-up » stereo è così collegato, esso si comporta come segue: se la puntina viene a piegarsi verso destra, data la disposizione dei collegamenti, sia il terminale sinistro che quello destro assumono una tensione positiva. Analogamente, quando la puntina viene piegata verso sinistra, entrambe le tensioni sono negative. Le due tensioni, positive o negative, si sommano tra loro e vengono così riprodotti elettricamente i movimenti laterali della puntina.

Nel caso di spostamenti in senso verticale, invece, la tensione che si determina sul lato destro, è eguale in valore, ma di segno opposto, a quella che si determina sul lato sinistro; pertanto, le due tensioni si annullano a vicenda. Si ottiene quindi, complessivamente, che i movimenti laterali della puntina vengono trasformati in tensioni proporzionali, mentre i movimenti verticali determinano una tensione di segnale nulla.

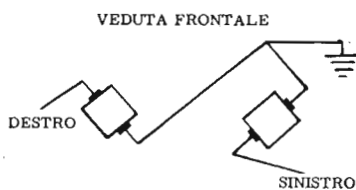



Fig. 10 - Collegamento tra gli elettrodi di una testina « stereo ». I due cristalli hanno un polo in comune, connesso a massa. Gli altri due poli forniscono i due segnali separati.

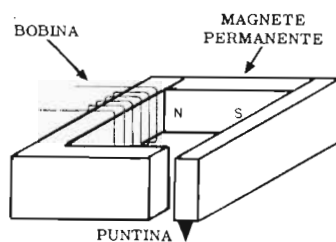



Fig. 11-A - Principio della testina magnetica (a riluttanza variabile) del tipo laterale. I soli segnali forniti sono dati dalle oscillazioni laterali della puntina.

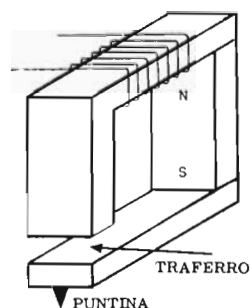



Fig. 11-B - Con questa disposizione, la testina diventa invece sensibile alle sole vibrazioni della puntina in senso verticale. Il principio è, come si nota, il medesimo.

Tipi a riluttanza variabile

Il funzionamento dei « pick-up » a riluttanza variabile è basato — ricordiamo — sulle variazioni di flusso magnetico in un opportuno circuito, variazioni determinate dalle vibrazioni della puntina. Un esempio di fonorivelatore a riluttanza variabile è rappresentato alla **figura 11**. In **A** è rappresentato un tipo adatto per la riproduzione di incisioni in senso laterale. In esso, il flusso magnetico, determinato dal magnete permanente, percorre l'intero circuito magnetico costituito dal nucleo e dal piccolo traferro. A motivo della elevata riluttanza magnetica dell'aria, la quantità di flusso magnetico presente nell'intero circuito è determinata principalmente, dall'ampiezza del traferro. A questo proposito ricordiamo che la riluttanza magnetica è paragonabile alla resistenza elettrica. Più alta è la riluttanza, più bassa è la quantità del flusso magnetico presente in un determinato circuito magnetico.

Poichè la puntina segue l'andamento del solco del disco, essa determina, con le sue vibrazioni, delle variazioni nell'ampiezza del traferro, e quindi nel flusso magnetico. Queste variazioni di flusso, che rappresentano fedelmente l'incisione presente sul disco, determinano, nella bobina, delle correnti ad esse proporzionali, che riproducono, in tal modo, il suono registrato. Il moto verticale della puntina — viceversa — non modifica l'ampiezza del traferro; pertanto, le variazioni di profondità del solco, che determinano i disturbi, non determinano alcun segnale d'uscita.

Alla figura 11-**B** è indicato un « pick-up » a riluttanza variabile per dischi monofonici ad incisione verticale. In questo tipo è il movimento della puntina in senso verticale che fa variare l'ampiezza del traferro, generando quindi una tensione di segnale proporzionale alle variazioni di profondità del solco. Il movimento non produce alcuna tensione d'uscita.

I moderni fonorivelatori ad induttanza variabile per incisione in senso laterale sono provvisti di due traferri e due bobine, come illustra la **figura 12**. In questo caso , quando la puntina si sposta in una delle due direzioni laterali, in un nucleo il flusso aumenta e nell'altro diminuisce. Le due bobine sono disposte in modo tale che le tensioni presenti su di esse risultino in fase e si sommino. La presenza di due traferri determina una minore distorsione e una minore influenzabilità da parte dei campi magnetici alternati presenti nelle vicinanze.

Un « pick-up » stereo a riluttanza variabile può essere costituito come indicato alla **figura 13**. La puntina è solidale meccanicamente con un piccolo magnete permanente, che si muove tra le espansioni polari dei nuclei di due doppie bobine. Le inclinazioni di tali nuclei sono a 90° tra di loro ed a 45° col piano orizzontale, e coincidono pertanto con le due direzioni di incisione dei canali stereo. Le vibrazioni della puntina relative ad un canale di incisione portano alla variazione dell'ampiezza dei traferri nel circuito relativo a quella direzione, e poichè le due bobine del circuito magnetico in questione sono disposte in modo che le due tensioni si sommino, esse apportano complessivamente, all'uscita, un segnale elettrico corrispondente.

Le vibrazioni nella direzione perpendicolare a quella di cui sopra determinano anch'esse un movimento corrispondente del magnete, e quindi generano variazioni di flusso nell'altro circuito magnetico. Ai capi delle bobine di tale circuito è perciò presente il segnale relativo all'altro canale.

Il funzionamento di questo fonorivelatore si può considerare analogo a quello del « pick-up » piezoelettrico di figura 9, e presenta, di conseguenza, gli stessi vantaggi relativi alla eventuale riproduzione dei dischi monofonici. Le variazioni di profondità del disco determinano, nei canali, tensioni che si annullano a vicenda quando i canali stessi vengono collegati l'uno all'altro per poter ottenere la riproduzione di dischi monofonici. Le vibrazioni laterali sono invece tali che le tensioni d'uscita si sommano, dando luogo ad un segnale rinforzato. Si ottiene perciò una eliminazione del disturbo dovuto ad eventuali imperfezioni del solco.

LA DIAFONIA

Una delle caratteristiche più notevoli dei riproduttori stereofonici, siano essi « pick-up » o testine di lettura di magnetofoni, è il livello di diafonia. In generale, si designa col termine « diafonia » il trasferimento di parte di un segnale proveniente da un canale sull'altro canale. Esistono diverse cause che possono determinare la diafonia, e noi le analizzeremo separatamente.

Innanzitutto, occorre dire che la diafonia si può facilmente esprimere mediante una differenza di livello in dB. Supponiamo, infatti, di applicare un certo se-

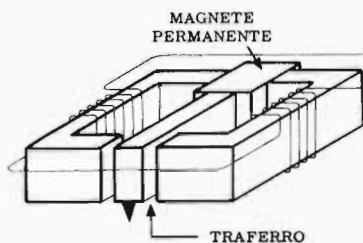



Fig. 12 - Principio di un moderno fonorivelatore a induttanza variabile, nel quale figurano due avvolgimenti e due traferri. I segnali indotti nelle due bobine sono in fase tra loro, e si sommano.

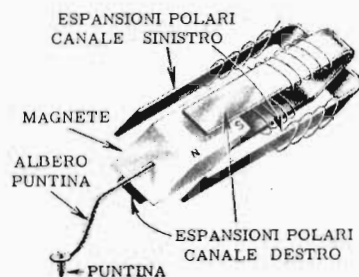



Fig. 13 - Con l'introduzione di quattro espansioni polari, a 90° tra loro, una testina magnetica diventa una testina « stereo ». Nei due avvolgimenti vengono indotte le tensioni separate, provocate dalle oscillazioni nei due sensi.

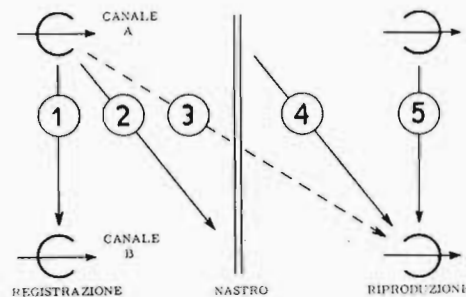



Fig. 14 - Rappresentazione schematica delle diverse cause di diafonia, dovute alla reciproca influenza tra le testine di registrazione o di riproduzione, o tra le prime e le seconde. Il richiamo numerico è spiegato nel testo.

gnale all'ingresso del canale *A*, lasciando invece libero l'ingresso del canale *B*. Ne consegue che, in assenza di diafonia, si ottiene un segnale normale all'uscita *A*, mentre l'uscita *B* ne è priva. Se si ha diafonia, parte del segnale proveniente dalla registrazione sul canale *A* viene ricevuta dal canale *B*, e ad entrambe le uscite è presente un segnale.

Naturalmente, il segnale presente all'uscita *A*, nell'esempio in questione, è notevolmente più ampio di quello dell'uscita *B*. La differenza di livello, in dB, tra questi due segnali, ci indica con precisione il livello di diafonia del sistema. Si prende in considerazione, come sorgente di diafonia, la sola testina di lettura, perchè si suppone che i successivi canali di amplificazione siano ben separati, e tali da non interagire l'un l'altro.

Diafonia nella stereofonia su nastro

Per meglio comprendere questo fenomeno, occorre considerare che sono possibili ben cinque diversi tipi di accoppiamento tra i due canali, nella registrazione stereofonica su nastro.

Ognuno di questi accoppiamenti determina una diafonia. Alla **figura 14** sono indicati gli accoppiamenti possibili di cui si è detto. Gli effetti 1 e 5 sono dovuti ad accoppiamenti parassiti tra le testine corrispondenti ai due canali, rispettivamente in fase di registrazione ed in fase di riproduzione. Per eliminare questa diafonia si usano opportune schermature tra le due coppie di testine. Naturalmente, mentre la diafonia 5 può essere, in questo modo, completamente eliminata, la diafonia 1 rimane sempre in parte presente, specialmente alle frequenze elevate. Questa differenza tra la registrazione e riproduzione si comprende facilmente tenendo conto sia del maggior flusso magnetico che l'operazione di registrazione comporta rispetto a quella di riproduzione, sia della presenza, nel primo caso, dei segnali di polarizzazione ad Alta Frequenza. Tali segnali trovano infatti maggior facilità nel trasferirsi induttivamente da un circuito all'altro.

La diafonia 3 non presenta particolare interesse, tranne nel caso di quei registratori in grado di effettuare, contemporaneamente, la registrazione di un nuovo segnale e la lettura di quello già presente in precedenza nel medesimo punto del nastro. Essa si determina tra la testina di registrazione e quella di lettura.

Le diafonie più importanti sono, senza dubbio, quelle indicate con 2 e 4. La prima si manifesta, durante la registrazione, attraverso una parziale azione della testina *A* sulla traccia *B*, e della testina *B* sulla traccia *A*. La seconda riguarda invece la riproduzione, e si manifesta nel modo esattamente opposto, ossia attraverso un parziale passaggio di segnale da ciascuna traccia della testina corrispondente all'altro canale.

Le diafonie di tipo 2 e 4 sembrano, a prima vista, della medesima natura; tuttavia esse hanno cause assai differenti. La prima è dovuta al fatto che il campo magnetico della testina si espande facilmente sul nastro anche oltre ai limiti della pista relativa. La registrazione vera e propria si trova pertanto associata a due zone di transizione, nelle quali l'intensità del segnale varia dal massimo a zero. In pratica, questa zona di transizione è assai ridotta, dell'ordine cioè di circa 0,1 mm. Basta quindi che tra le due piste si lasci lo spazio di 0,5 mm circa, perchè questa diafonia diventi trascurabile, come si può vedere alla **figura 15**. Se invece le due piste distassero meno di 0,2 mm, si manifesterebbero parziali interazioni tra le due tracce.

La diafonia di tipo 4 è fondata su un fenomeno fisico diverso. Come sappiamo, le espansioni polari della testina di lettura servono a ricevere il flusso magnetico proveniente dal nastro registrato; a causa della loro permeabilità, esse godono della proprietà di deviare le linee di forza magnetiche esterne, attirandole al loro interno. Ne consegue che una testina di lettura, anche se non si trova in perfetta adiacenza della traccia registrata, continua a ricevere parte del flusso magnetico da essa proveniente. Ciò significa che, anche se non si ha parziale sovrapposizione tra le due registrazioni, ossia nelle condizoni di figura 15, si può avere lo stesso diafonia, poichè la testina di lettura di un canale riesce a captare una parte del flusso dell'altra traccia.

Mentre l'effetto 2 non dipende dalla frequenza del segnale registrato, l'effetto 4 ne dipende notevolmente. Ciò poichè la distanza che le linee di flusso magnetico percorrono nello spazio sono inversamente proporzionali alla frequenza (direttamente proporzionali alla lunghezza d'onda). Ne risulta che, mentre le frequenze più elevate della gamma acustica hanno una lunghezza d'onda insufficiente per poter raggiungere la testina di lettura dell'altro canale, le frequenze più basse si trasferiscono con una certa facilità. L'unica

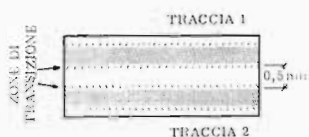



Fig. 15 - Ad evitare interazioni tra le due tracce del nastro magnetico, si lascia, ai lati di ogni traccia, una zona inutilizzata, detta di « transizione ».

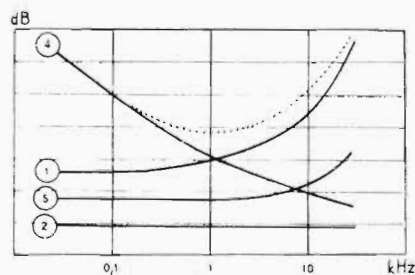



Fig. 16 - Variazione di intensità dei diversi tipi di diafonia, col variare della frequenza del segnale. Si nota che il tipo « 4 » diminuisce con l'aumentare della frequenza. Con i tipi « 1 e 5 » accade esattamente il contrario. Nel tipo « 2 », la frequenza non ha alcuna importanza.

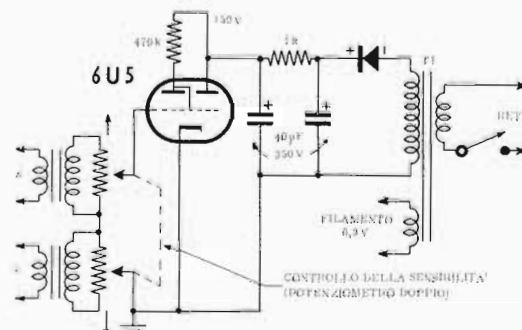



Fig. 17 - Circuito di un indicatore ottico di bilanciamento. A e B devono essere connessi in parallelo alle babine mobili dei due altoparlanti. La larghezza della zona luminosa permette di giudicare la presenza di eventuali sbilanciamenti tra i due canali « stereo ».

possibilità per evitare questo effetto di diafonia consiste nel separare notevolmente le due piste di registrazione. E' per evitare l'insorgere di questo tipo di diafonia che, negli studi professionali, si usano principalmente magnetofoni stereo a due piste, una per canale. Impiegando la tecnica a quattro piste, infatti, pur ottenendosi un maggior sfruttamento della durata del nastro, si ha maggiore vicinanza tra le piste adiacenti, ed il livello di diafonia risulta nettamente peggiorato.

Alla **figura 16** sono indicate, in funzione della frequenza, i livelli dei diversi tipi di diafonia da noi considerati. In tratteggio è indicato il livello complessivo. Come si vede, le diafonie più importanti sono la 1 e la 4, la prima proporzionale alla frequenza e la seconda inversamente proporzionale ad essa. Possiamo constatare che la diafonia complessiva è più elevata nelle zone estreme della gamma audio.

Diafonia nella stereofonia su disco

Mentre la diafonia è, nel caso della stereofonia su nastro, relativamente ridotta, essa diviene di importanza fondamentale, rispetto alla qualità della riproduzione, nel caso della stereofonia su disco. Non si è tuttora riusciti ad ottenere una separazione completa tra i due canali, per la difficoltà a mantenere, sia in fase di registrazione che in fase di riproduzione, l'esatto orientamento 45-45 per i due canali.

Ad esempio, in fase di riproduzione, basta che l'orientamento della testina sia lievemente diverso da quello dovuto, perchè ciascuno dei due canali di registrazione determini delle componenti che si presentano all'uscita dell'altro canale. Anche le piccole vibrazioni del braccio di lettura possono determinare un effetto del genere. Purtroppo, ripetiamo, non sono stati ancora trovati metodi adatti alla riduzione di questo fastidioso fenomeno a proporzioni trascurabili.

AMPLIFICATORI STEREOFONICI

L'unica particolarità degli amplificatori per stereofonia consiste nel fatto che essi sono sempre disposti in coppia, uno per canale. Questi due amplificatori devono, naturalmente, presentare le medesime caratteristiche, da tutti i punti di vista.

I controlli esterni presenti sugli amplificatori per stereofonia presentano alcune differenze rispetto ai corrispondenti comandi degli amplificatori monocanali. Il controllo di volume e di tono, innanzitutto, sono doppi, uno per canale. Essi però sono monocomandati, onde evitare che si possano verificare, tra i due canali, forti differenze nel volume o nella curva di responso. Tale differenze determinerebbero un notevole peggioramento nella qualità della riproduzione, ed una irregolarità nell'effetto stereofonico. L'abbinamento dei controlli dei due amplificatori si ottiene usando due potenziometri identici comandati da un unico albero.

E' inoltre presente un controllo totalmente assente negli amplificatori monocanali, ossia il controllo di bilanciamento. Regolando tale controllo, il guadagno di un canale aumenta, mentre, contemporaneamente, il guadagno dell'altro canale diminuisce. A bilanciamento ultimato, il guadagno dei due canali è perfettamente eguale, in tutte le posizioni del potenziometro per la regolazione del volume. Ciò significa che gli altoparlanti presentano eguale uscita acustica, ossia, come si suol dire, forniscono un « suono bilanciato ».

Normalmente, il bilanciamento viene effettuato ad orecchio. Questa operazione risulta però lunga e noiosa, e può richiedere anche un certo numero di regolazioni successive. Per semplificare il procedimento, in alcuni impianti stereo sono presenti i cosiddetti « monitori di bilanciamento ». Come abbiamo detto all'inizio della lezione, gli altoparlanti dei due canali devono essere eguali. Di conseguenza, quando un sistema stereofonico risulta correttamente bilanciato, ossia quando un medesimo suono viene riprodotto con eguale intensità dai due canali, alle bobine mobili degli altoparlanti di tali canali è presente la stessa tensione. Un dispositivo di bilanciamento è indicato alla **figura 17**. Si possono notare due trasformatori di entrata, identici, che vanno collegati separatamente alla bobina mobile degli altoparlanti dei due canali. I secondari dei trasformatori sono collegati in modo che le tensioni sviluppate si annullino l'una con l'altra. Qualsiasi sbilanciamento dà luogo ad una tensione che, prelevata ai capi dei cursori del doppio potenziometro per la regolazione di sensibilità, viene applicata alla griglia della valvola 6U5. Tale valvola è del tipo a raggio catodico, (usata generalmente come indicatrice di sintonia - occhio magico); in questo caso essa indica, mediante una maggiore o minore fluttuazione della zona d'ombra, l'eventuale presenza di una tensione di sbilanciamento.

COSTRUZIONE di un AMPLIFICATORE di POTENZA a TRANSISTORI

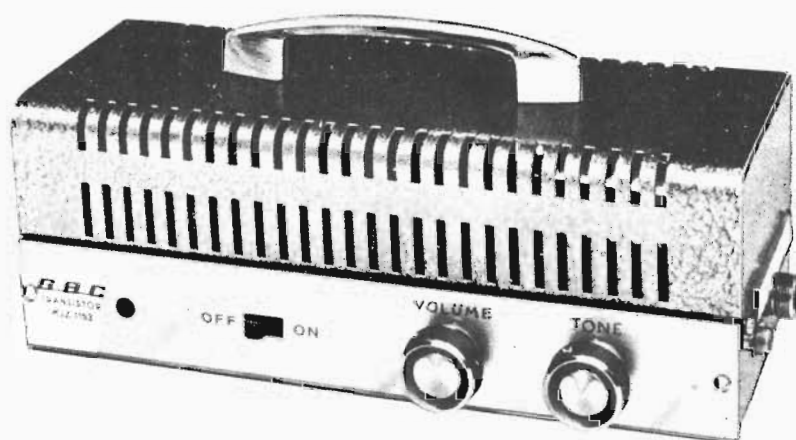



Fig. 1 - Aspetto esteriore dell'amplificatore finito. Sulla parte frontale sono installati l'interruttore di accensione (a leva, con spostamento laterale), ed i controlli di tono e di volume. Le prese di entrata e di uscita, nonchè quella di alimentazione, sono invece installate sulla parte posteriore. Si noti il coperchio a grata, le cui aperture consentono una circolazione d'aria sufficiente al raffreddamento dei tre transistori di potenza impiegati.

Dopo aver trattato, a suo tempo, dei principi basilari dell'amplificazione di Bassa Frequenza mediante transistori, possiamo dedicarci ad una realizzazione pratica che, senza essere eccessivamente costosa, e senza presentare grandi difficoltà, consente l'applicazione di gran parte delle nozioni acquisite.

Rammentiamo, innanzitutto, quanto detto in altre occasioni a proposito dei vantaggi dei transistori nei confronti delle valvole termoioniche: sappiamo — dalla teoria sul loro funzionamento — che il loro rendimento (considerato come rapporto tra la potenza dissipata per l'alimentazione e quella erogata in segnale utile), è notevolmente maggiore di quello consentito dalle valvole, e ciò grazie alla mancanza dei filamenti, che dissipano energia esclusivamente in calore. Inoltre, le dimensioni entro le quali è possibile realizzare un'apparecchiatura a transistori, sono notevolmente inferiori a quelle necessarie per un apparecchio a valvole di analoghe prestazioni. Se a tutto ciò aggiungiamo il fatto che l'alimentazione può essere effettuata mediante un comune accumulatore, del tipo usato — ad esempio — sulle autovetture, non è difficile ammettere che, nei casi in cui occorra disporre di un amplificatore portatile di potenza e qualità apprezzabili, questa soluzione presenta numerosi vantaggi.

Un amplificatore come il mod. SM-1153, che qui presentiamo, può dunque prestarsi ottimamente allorchè occorre installare un amplificatore a bordo di una vettura, o comunque disporre di un amplificatore avente caratteristiche tali da essere assolutamente indipendente dalla presenza o meno di una tensione alternata di rete. La **figura 1** ne illustra l'aspetto, a montaggio ultimato.

Caratteristiche generali

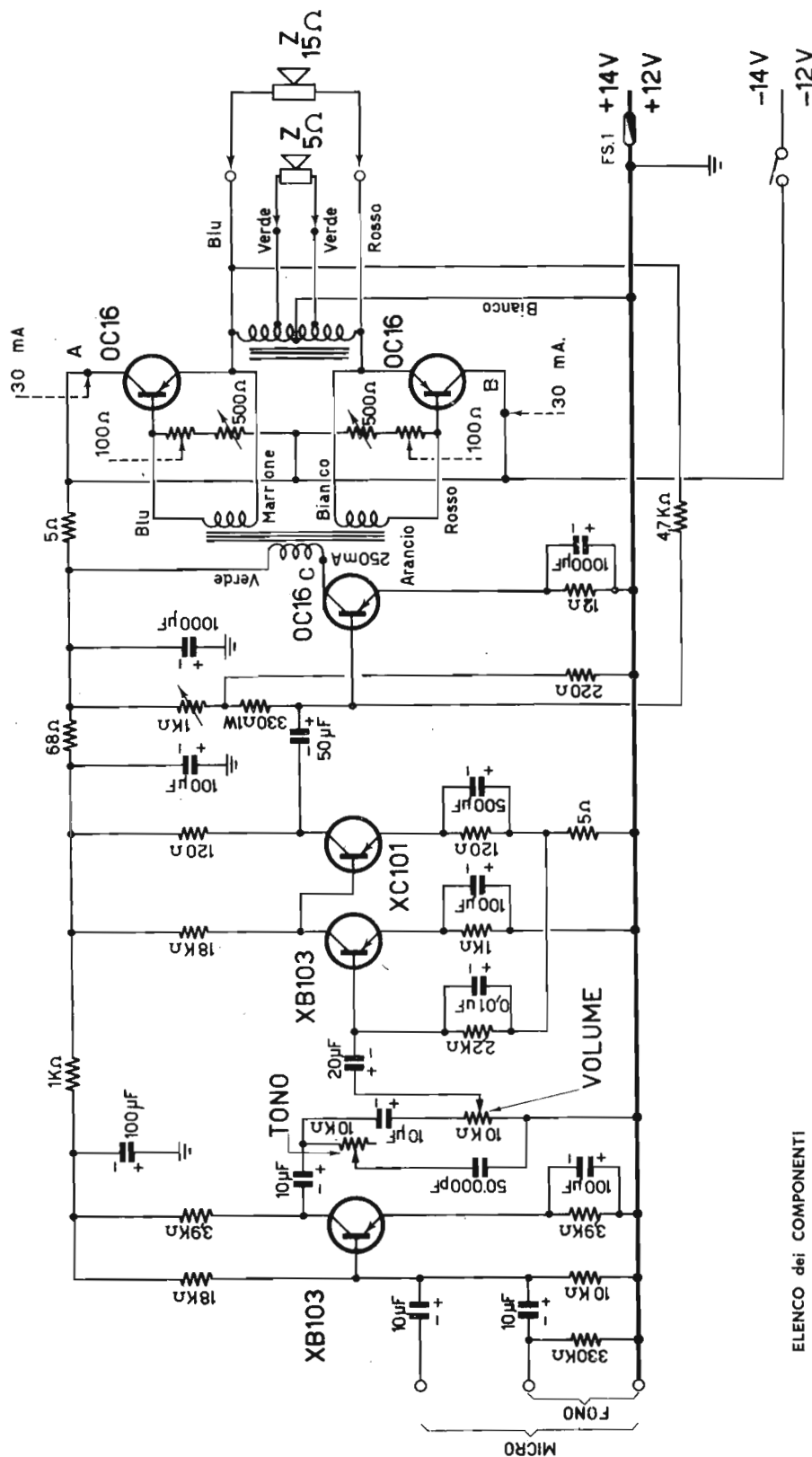
Due ingressi, di cui uno per microfono ed uno per « pick-up »

Sensibilità ingresso « pick-up »	7 mV
Sensibilità ingresso microfono	3 mV
Controlli	Tono e volume
Potenza effettiva	12 ÷ 15 W
Potenza massima	20 W
Distorsione massima	8%
Livello rumore di fondo	63 dB al di sotto del livello massimo
Risposta alla frequenza, lineare da	100 a 10.000 Hz
Impedenza ingresso fono	Per « pick-up » a cristallo
Impedenza ingresso micro	Per microfono a cristallo
Impedenze di uscita (a 800 Hz)	5 e 15 ohm
Corrente in assenza di segnale	0,2 ampère
Corrente massima a piena potenza	2,5 ampère
Transistori	1 × OC 101 (oppure OC 72)
	2 × B 103 (oppure OC71)
	3 × OC 16
Dimensioni	cm 26 x 12 x 12
Peso	kg 2,800

Fig. 2 - Circuito elettrico dell'amplificatore di potenza a transistori. Si tratta complessivamente di 5 stadi, l'ultimo dei quali consta di due transistori funzionanti in « push-pull ». La potenza di uscita può raggiungere i 15 watt, con una dissipazione di 30 watt per l'alimentazione. Da ciò è facile giudicare l'elevato rendimento. Può essere installato a bordo di autoveicoli, ed è indipendente dalla tensione di rete. Sono previsti due ingressi, di cui uno per microfono, ed uno per « pick-up », entrambi del tipo a cristallo. Tuttavia, ove necessario, è sempre possibile, mediante opportuni circuiti di equalizzazione, adattare l'impedenza dei due ingressi per altri tipi di microfoni o di « pick-up ».

L'amplificatore è provvisto di controllo di volume e di controllo di tono. I valori delle capacità di accoppiamento sono stati scelti per consentire una curva di responso alla frequenza, lineare da 100 a 10.000 hertz.

In uscita sono disponibli due valori di impedenza: è quindi possibile collegare un altoparlante da 5 ohm, o uno da 15 ohm, o ancora una combinazione di due o più altoparlanti, tali da dare — complessivamente — uno dei due valori disponibili.

Gli stadi sono tra loro disaccoppiati, onde evitare il pericolo che, in seguito ad aumento della resistenza interna della sorgente di alimentazione, sia per invecchiamento che per scarica parziale, si manifestino oscillazioni a frequenza molto bassa. I due circuiti di controreazione applicati consentono una buona stabilità di funzionamento, anche sotto diverse condizioni ambientali.

ELENCO dei COMPONENTI

- 1 - OC16 G
- 2 - OC16 Accoppiati
- 1 - XC 101 (oppure OC72)
- 2 - XB 103 (oppure OC71)
- 1 - Trasformatore d'uscita
- 1 - Trasformatore pilota
- 1 - Potenziometro 1000 ohm 2W a filo
- 2 - Potenziometri 500 ohm 1W a filo
- 2 - Potenziometri 10 kohm con 2 dadi
- 1 - Interruttore a leva
- 1 - Lampadina
- 1 - Spina presa per alimentazione
- 3 - Basette a tre posti
- 1 - Basetta a un posto
- 1 - Presa
- 1 - Spina
- 2 - Prese per altoparlanti
- 2 - Spine americane con cordone
- 1 - Telaio
- 1 - Targhetta
- 2 - Manopole
- 1 - Portafusibile nero
- 4 - Fusibili 4 ampère
- 1 - Presa quadrata microfono maschio
- 1 - Presa microfono femmina
- 1 - Basetta premontata
- 1 - Basetta premontata
- 2 - Distanziatori 4 x 10
- 2 - Dadi da mm. 3
- 2 - Viti 3 x 15
- 2 - Resistenze 100 ohm 2W
- 1 - Resistenza 330 ohm 1W
- 1 - Resistenza 220 ohm 1W
- 1 - Resistenza 4,7 kohm 1W
- 1 - Resistenza 330 kohm 1W
- 1 - Resistenza 12 ohm 1W
- 2 - Conden. 1000 µF 15 V
- 1 - Conden. 50 µF 12,5 V
- 4 - Conden. 10 µF 12,5 V
- 1 - Conden. 0,05 µF
- 17 - Viti 3 x 6
- 17 - Dadi 3 x 6
- 2 - Viti 3 x 10 o 3 x 6 svasate
- 2 - Dadi mm. 3
- 2 - Chiodini stereo
- 2 - mt. filo rigido
- ½ - m sterlingato 1 mm.
- 10 - cm tubetto mm 8
- ½ - m trecciola 2 capi
- 20 - cm trecciola 6 capi
- 1,5 - m stagno preparato

DESCRIZIONE del CIRCUITO

La **figura 2** illustra il circuito elettrico. Come si nota, esso consta complessivamente di sei transistori, di cui uno come stadio preamplificatore, due come amplificatori intermedi (di tensione), uno come pilota, ed infine due connessi in controfase, che costituiscono lo stadio finale di potenza.

All'ingresso del primo stadio si nota una presa collegata direttamente alla base, tramite un condensatore elettrolitico da 10 μF; tale attacco viene normalmente utilizzato per il collegamento di un microfono, che può essere a cristallo o di altro tipo. Ovviamente, per ottenere il miglior risultato, è sempre preferibile interporre un circuito equalizzatore che adatti con maggiore esattezza l'impedenza del microfono impiegato a quella di ingresso dello stadio.

Il secondo attacco è destinato al collegamento di un rivelatore fonografico piezoelettrico. A tale scopo, la resistenza di 330 kohm agisce da carico nei confronti del cristallo, dopo di che l'accoppiamento è del tutto analogo al precedente.

Lo stadio preamplificatore è seguito direttamente dal controllo di tono (che consente di attenuare le note alte), e dal controllo di volume. Il cursore di questo potenziometro porta alla base dello stadio successivo la quantità di segnale desiderata.

Il secondo ed il terzo stadio sono montati in un circuito particolare, sul quale è bene fare alcune considerazioni: innanzitutto l'accoppiamento è diretto, in quanto — come si nota — non esiste alcuna capacità di accoppiamento: il collettore del secondo transistore è infatti in contatto diretto con la base del terzo. Ciò consente, è noto, il trasferimento del segnale in modo costante, indipendentemente dalla sua frequenza. Un altro particolare è dato dalla controreazione presente tra l'emettitore del terzo stadio e la base del secondo. Si tratta di una rete *RC* (22 kohm in parallelo a 10.000 pF), che riporta sulla base del secondo stadio una parte del segnale di uscita. Tale segnale è in opposizione di fase rispetto a quello presente sulla base, in quanto viene sfasato di 180° dal secondo transistore (sul collettore), mentre non subisce alcuno sfasamento nel passaggio sulla base del terzo. Per la controreazione, viene utilizzata una particolare uscita del segnale che si manifesta ai capi di una resistenza da 5 ohm presente in serie all'emettitore del terzo stadio.

Come sappiamo, il segnale prelevato sull'emettitore di un transistore è in fase con quello presente sulla base dello stesso. Di conseguenza, il segnale retrocesso è a 180° rispetto a quello presente sulla base del secondo stadio.

Tutti gli stadi amplificatori sono impiegati con resistenza di polarizzazione in serie all'emettitore. Come abbiamo visto a suo tempo, ciò rende la caratteristica di base relativamente indipendente dalle condizioni di temperatura ambientale. In altre parole, grazie al sistema di polarizzazione, ed all'accoppiamento diretto tra il secondo ed il terzo stadio, si ottiene una stabilizzazione termica che permette l'impiego dell'amplificatore sotto diverse condizioni ambientali, senza che si noti alcuna differenza nel rendimento.

L'accoppiamento tra il terzo ed il quarto stadio (pilota), è convenzionale. Per contro, l'accoppiamento tra detto stadio pilota e lo stadio finale in controfase presenta alcune particolarità. Innanzitutto, il trasformatore interstadio è stato calcolato in modo da presentare nel primario l'impedenza di carico ideale per un transistore del tipo OC16: i due secondari, simmetrici, forniscono due segnali eguali e sfasati tra loro di 180°, i quali vengono applicati direttamente alla base dei due transistori finali.

La resistenza semifissa da 1 kohm, presente nel circuito dello stadio pilota, consente — come vedremo — la messa a punto finale della tensione e della corrente di base, al fine di portare la corrente di collettore al valore più indicato per un funzionamento soddisfacente.

Il carico di uscita è applicato tra i due emettitori, e consiste in una impedenza di Bassa Frequenza, provvista di tre prese intermedie: la presa centrale è connessa direttamente a massa (polo positivo dell'alimentazione). I due capi laterali alla presa centrale (verdi) costituiscono una presa di uscita con impedenza di 5 ohm, mentre i due terminali esterni (blu e rosso) forniscono un'impedenza di uscita di 15 ohm.

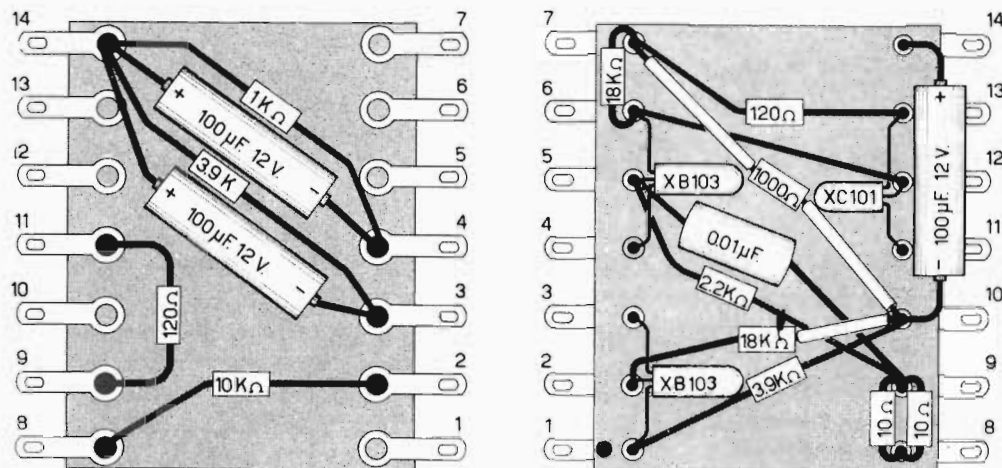
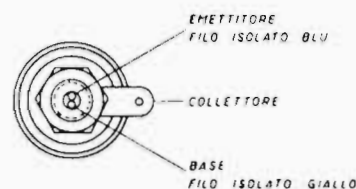
Tra lo stadio pilota e lo stadio finale è applicato un secondo circuito di controreazione, che migliora ulteriormente la curva di responso, riducendo solo lievemente l'amplificazione: si tratta della resistenza da 4.7 kohm, connessa tra il terminale blu dell'uscita, e la base dello stadio pilota.

Ad evitare oscillazioni spurie, e per consentire la massima stabilità di funzionamento, sono presenti complessivamente tre filtri di disaccoppiamento sull'alimentazione, e precisamente una resistenza da 5 ohm tra lo stadio finale e lo stadio pilota, una da 68 ohm tra lo stadio pilota e i due precedenti, ed una resistenza da 1 kohm tra il primo ed il secondo transistore. Tutti questi disaccoppiamenti sono seguiti da un condensatore elettrolitico da 100 μF. Grazie alla loro presenza, anche nei casi in cui la batteria di alimentazione tende a polarizzarsi, o comunque quando la sua resistenza interna aumenta in seguito ad invecchiamento, può accadere ben difficilmente che si produca il noto fenomeno delle oscillazioni a bassissima frequenza.

Ovviamente, per fare in modo che il circuito di controreazione dello stadio finale funzioni regolarmente, è indispensabile rispettare i collegamenti del trasformatore interstadio e dell'impedenza di uscita, così come sono indicati nello schema di figura 1. In caso contrario, la reazione può diventare positiva per inversione di una delle fasi, provocando l'effetto opposto a quello che si desidera ottenere.

La sorgente di alimentazione può essere — ripetiamo — una comune batteria da automobile, o qualsiasi sorgente di corrente continua, la cui tensione sia compresa tra un minimo di 12 volt ed un massimo di 14 volt, e che sia in grado di erogare una corrente massima di 2.5 ampère.

Ovviamente, ove lo si ritenga necessario, è sempre possibile alimentare l'apparecchio con un alimentatore a rettificatore, connesso alla rete a corrente alternata. In tal caso però, occorre tener presente che, negli ap-

Fig. 3 - Vista dai due lati della basetta premontata fornita con la scatola di montaggio. I numeri di riferimento presenti a lato di ogni paglietta di contatto sono riportati anche sul disegno di assieme, per facilitare il riconoscimento dei diversi collegamenti da effettuare.

parécchi a transistori, la differenza di assorbimento di corrente tra le condizioni di assenza di segnale e quelle di massima potenza, è molto più elevata che negli apparecchi a valvole. Notiamo infatti, dalle caratteristiche generali, che, in assenza di segnale, l'amplificatore dissipa — se alimentato con 12 volt — un totale di 2.4 watt (0,2 x 12): per contro, a massima potenza, la dissipazione ammonta a 12 volt x 2,5 ampèere, ossia 30 watt. Ciò — come sappiamo — non accade per le valvole, con le quali l'assorbimento di potenza per l'alimentazione resta pressochè costante (salvo che per gli stadi in classe B) indipedentemente dal livello di potenza erogato.

Ciò significa che, alimentando l'apparecchio con un comune rettificatore, il carico applicato a quest'ultimo (e costituito dall'amplificatore stesso) ha un valore variabile entro ampi limiti, determinati sia dalle caratteristiche del segnale di ingresso, che dalla posizione del regolatore di volume. Per questo motivo, i circuiti di alimentazione, mediante rettificazione della corrente alternata, per apparecchiature a transistori devono essere del tipo autoregolato, ossia provvisti di dispositivi stabilizzatori che rendono la tensione di uscita indipendente dalle caratteristiche del carico applicato.

Entrambi i transistori finali hanno il collettore connesso direttamente al polo negativo dell'alimentazione. In tal modo è possibile installarli entrambi su di un unico radiatore che provvede alla dissipazione del calore che si produce durante il funzionamento. I transistori del tipo OC16 hanno infatti il collettore in contatto diretto con l'involucro esterno.

Un'ultima particolarità del doppio stadio finale è che, sebbene i due transistori debbano essere appositamente selezionati, affinchè presentino caratteristiche statiche e dinamiche identiche per poter funzionare in modo soddisfacente in un circuito a « push-pull », la

Fig. 5 - Vista del transistore OC16, in proiezione verticale dal basso. Sono indicate le connessioni agli elettrodi.

polarizzazione delle due basi viene regolata individualmente mediante due resistenze semifisse da 500 ohm, in serie ad una resistenza da 100 ohm. In tal modo, è possibile regolare le polarizzazioni affinchè le due correnti di collettore siano perfettamente bilanciate, col

Fig. 6 - Vista laterale della disposizione degli accessori di montaggio del transistore OC16. Viene così curato un buon isolamento, e, contemporaneamente, una buona dissipazione del calore.

Fig. 4 - Disegno della seconda basetta premontata, for ta unitamente al materiale della scatola di montaggio. Si tratta di na striscia di materiale isolante, provvista di 10 contatti, anch'essi numerati per comodità di montaggio. I due contatti estremi sono più lunghi, e vanno connessi a massa.

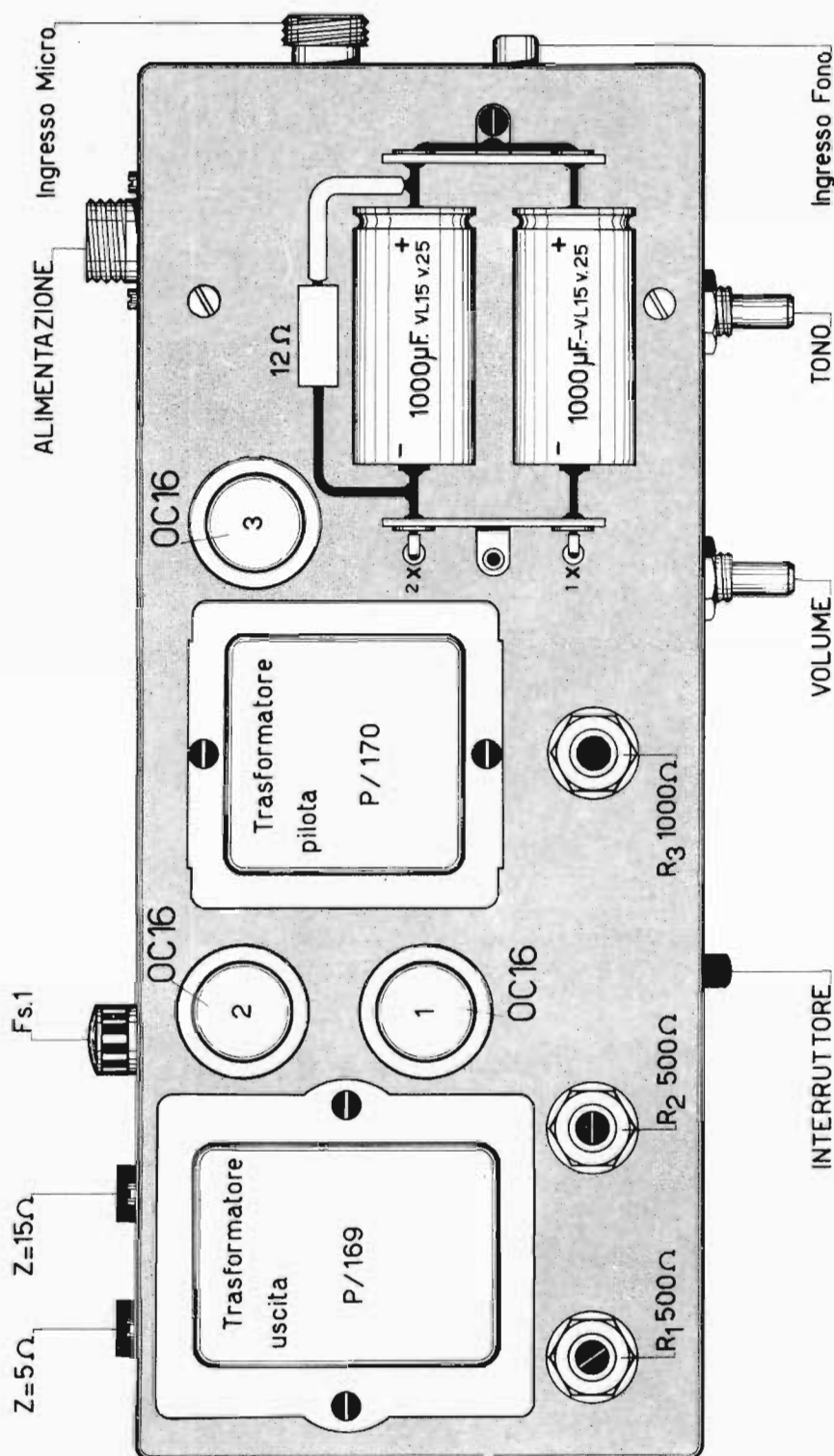



Fig. 7 - Disegno d'assieme del telaio montato, visto dall'alto. E' facile osservare l'orientamento reciproco del trasformatore di uscita e di quello di accoppiamento tra lo stadio pilota e lo stadio finale, studiato in modo tale che, grazie all'inclinazione di 90° tra i due nuclei, venga evitato l'accoppiamento induttivo tra le correnti circolanti negli avvolgimenti. Sono visibili i perni della tre resistenze semifisse (potenziometri), necessarie per la messa a punto. Tali perni sono tagliati in modo tale da permettere la regolazione mediante un comune cacciavite. E' visibile anche la posizione dei tre transistori OC16, nonchè quella delle varie prese di entrata, di uscita, e di alimentazione. I due condensatori elettrolitici da 1.000 µF sono ancorati mediante due basette isolate, a due posti. Si noti anche la disposizione dei comandi frontali, visibili in basso. La resistenza da 12 ohm, in parallelo ad uno dei condensatori, deve avere un terminale protetto da tubetto sterlingato, e precisamente quello in contatto col polo positivo della capacità.

risultato di una perfetta simmetria dei due segnali di uscita sfasati di 180°. Le resistenze da 100 ohm, presenti in serie alle resistenze di regolazione, costituiscono un valore di sicurezza, grazie al quale, se durante le operazioni di messa a punto la resistenza variabile venisse portata al valore zero (esclusione per cortocircuito tra il cursore ed un terminale), la corrente di collettore non raggiungerebbe mai un valore talmente elevato da deteriorare il transistore.

Tutti i transistori impiegati sono del tipo p-n-p, per cui essi hanno l'emettitore connesso al polo positivo dell'alimentazione, ed i collettori connessi al polo negativo.

Il circuito di impiego è per tutti gli stadi quello denominato « emettitore a massa », o « emettitore comune ».

Il MONTAGGIO MECCANICO

Le operazioni di montaggio non presentano grandi difficoltà, grazie alla presenza, nel materiale costituente la scatola di montaggio, della basetta premontata illustrata alla **figura 3**. Su di essa sono alloggiati quasi tutti i componenti dei primi tre stadi: fanno infatti eccezione i soli potenziometri per il controllo del tono e del volume, e quattro condensatori (di cui due

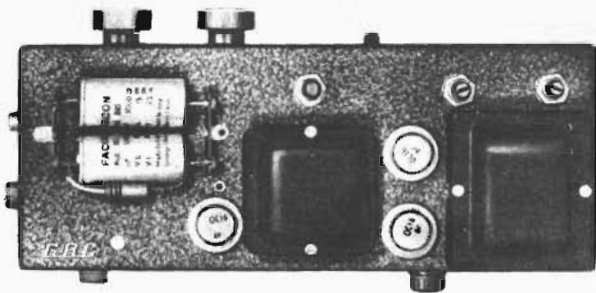



Fig. 8 - Fotografia del telaio montato visto dall'alto. Anche qui sono visibili i componenti illustrati in figura 7. A montaggio ultimato, questa parte del telaio viene coperta dai coperchio a grata, illustrato in figura 1.

di ingresso e due di accoppiamento). Nella figura, detta basetta è visibile dai due lati; in entrambe le rappresentazioni è riportata la numerazione di riferimento delle pagliette di contatto, mediante la quale è possibile individuare i vari punti di ancoraggio durante la costruzione.

La **figura 4** illustra un'altra basetta, vista di lato: si tratta di una striscia di materiale isolante a 10 contatti, alla quale vanno ancorati diversi collegamenti.

Per il fissaggio dei due transistori finali occorre adottare qualche precauzione: la **figura 5** illustra il transistore OC16 in proiezione verticale, visto dalla parte inferiore: sono visibili i due terminali centrali (base ed emettitore), e la linguetta corrispondente al collegamento del collettore. La **figura 6** illustra invece il medesimo transistore, visto di lato, con tutti gli accessori di montaggio, elencati dal basso in alto nella loro progressione. Per il montaggio si introdurrà il transistore nel foro previsto sul radiatore, e, dalla parte opposta, si introdurrà per prima la rondella di mica, e — di seguito — la rondella di « nylon », una seconda rondella di mica, una di ottone nichelato, il terminale da saldare, ed infine il dado di fissaggio, che andrà stretto fino all'arresto.

La **figura 7** illustra lo chassis metallico, sul quale sono visibili alcuni componenti ed i perni dei potenziometri di volume e di tono sporgenti in basso. Si noti la posizione dei due trasformatori, orientati in modo tale che i due nuclei centrali si trovino a 90° uno rispetto all'altro, per evitare accoppiamenti induttivi. La medesima illustrazione è riportata fotograficamente in **figura 8**.

Sono, inoltre, visibili le posizioni dell'interruttore di accensione, dal lato dei perni dei potenziometri, i due attacchi di uscita corrispondenti ai due valori di impedenza, il portafuisibile, la presa per l'alimentazione, e la disposizione dei transistori sul piano.

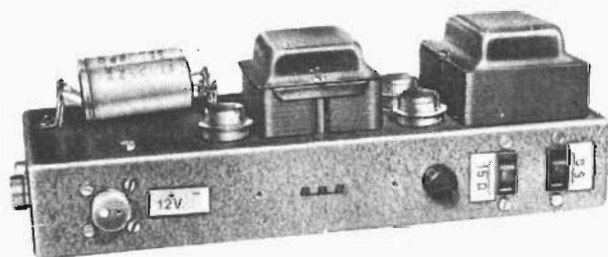



Fig. 9 - Fotografia dell'apparecchio, interamente montato, visto posteriormente. Si osservi anche qui la disposizione delle prese installate sul lato verticale posteriore. A lato degli attacchi di uscita è riportato il valore dell'impedenza del carico (altoparlante).

La **figura 9** è una fotografia dell'apparecchio, interamente montato, e visto posteriormente, dopo averne asportato il coperchio a grata, visibile in figura 1.

Anche in questa illustrazione sono evidenti i due trasformatori (interstadio e uscita), i tre transistori OC16, i due condensatori elettrolitici da 1.000 μF, e le diverse prese distribuite sul lato verticale posteriore, nel seguente ordine da sinistra a destra: attacco per la batteria di alimentazione (con targhetta indicante la polarità), fusibile di sicurezza, uscita con impedenza di 15 ohm, ed infine uscita con impedenza di 5 ohm.

Il MONTAGGIO ELETTRICO

Anche il montaggio elettrico risulta notevolmente semplificato, grazie alla presenza della basetta premontata. Le figure 7, 8 e 9 (già citate) e la **figura 10**, che illustra invece l'apparecchio interamente montato, visto dall'interno, sono abbastanza particolareggiate per eliminare qualsiasi dubbio, naturalmente con l'aiuto del circuito elettrico di figura 2.

Osservando la figura 10, è facile seguire perfettamente il percorso dei vari conduttori, nonchè l'ordine dei collegamenti relativi alla basetta premontata ed alla striscia di ancoraggio a 10 posti, di cui il primo e l'ultimo connessi direttamente a massa.

Il segnale uscente dal primo stadio (XB103), è disponibile in corrispondenza del contatto N° 1 della basetta premontata. Da questo punto, tramite un condensatore elettrolitico da 10 μF, viene portato su un terminale del potenziometro di controllo del tono, oltre il quale prosegue, tramite un secondo condensatore elettrolitico della medesima capacità, verso un terminale del potenziometro di controllo del volume.

La paglietta della basetta premontata, contrassegnata in figura 10 col numero 14, è connessa direttamente a massa.

Nella medesima figura sono inoltre riportati i colori dei collegamenti uscenti dai trasformatori di Bassa Frequenza (pilota e di uscita). Tali colori devono essere strettamente osservati, onde evitare inversioni di fase o di valori di impedenza, che potrebbero, in fase di collaudo, essere causa di seri inconvenienti.

Altrettanta importanza deve essere attribuita ai collegamenti relativi ai tre potenziometri di messa a punto (due da 500 ohm ed uno da 1.000 ohm), fissati al piano orizzontale del telaio, in quanto una eventuale inversione di uno dei collegamenti, o l'omissione di uno di essi, potrebbe essere causa di grave danno ad uno dei transistori finali o al transistore pilota, non appena il circuito viene messo sotto tensione.

Durante il montaggio — infine — si tenga presente che i condensatori di accoppiamento e buona parte di quelli di disaccoppiamento, sono elettrolitici, e che la loro polarità deve essere assolutamente rispettata. In caso contrario, l'applicazione di una tensione con polarità opposta ne determina rapidamente il corto-circuito.

Rammentiamo quanto detto in varie occasioni in me-

Fig. 10 - Disegno del telaio montato, visto dall'interno. Sono visibili tutti i componenti, unitamente alle relative connessioni. Si notino i numeri di riferimento sulle basette premontate.

rito alla tecnica di saldatura dei transistori. Lo stagno deve essere applicato con la punta del saldatore perfettamente pulita, e nella quantità appena sufficiente ad effettuare la saldatura. L'operazione deve essere rapida, e va compiuta tenendo il terminale del transistore da saldare tra le punte di una pinza, per favorire la dispersione del calore.

Alcuni collegamenti possono essere effettuati con conduttore di rame nudo (e precisamente quelli rappresentati nelle diverse figure con tratto nero). Tutti gli altri dovranno essere ricoperti di tubetto « sterling », onde evitare possibilità di corto-circuiti.

Unitamente alla scatola di montaggio, viene fornita una quantità di stagno preparato sufficiente per l'intero montaggio. E' bene servirsi esclusivamente di questa lega, evitando l'uso di altre paste deossidanti, onde assicurare una lunga durata e l'assenza di intermittenze dovute a cattivi contatti.

Il montaggio dovrà essere ordinato e disposto razionalmente, così come indicato alla figura 10. Ciò consentirà di seguire il circuito realizzato, controllando che non siano stati commessi errori di collegamento. Dopo aver effettuato più volte questo controllo, con cura maggiore che non per apparecchiature a valvola, in quanto l'eventuale inversione di polarità della tensione applicata ad un transistore può — a volte — provocarne il deterioramento, si può procedere al collaudo ed alla messa a punto.

COLLAUDO e MESSA a PUNTO

Per prima cosa è necessario collegare un altoparlante in uscita. Si rammenti a questo riguardo che sono disponibili due valori di impedenza, e che è indifferente collegare un altoparlante da 5 ohm o da 15 ohm di bobina mobile, purchè però il collegamento venga effettuato alle prese relative all'impedenza di carico disponibile.

Si accerti che la polarità della batteria di alimentazione sia esatta (polo positivo connesso alla massa dello chassis), indi, senza collegare nulla all'ingresso, e tenendo i controlli di volume e di tono in posizione media, si può accendere l'apparecchio spostando lateralmente l'interruttore di accensione, che deve essere portato in posizione « ON » (acceso). Si deve udire subito un lieve fruscio nell'altoparlante, che verrà coperto da ronzio toccando col dito o col cacciavite uno dei due attacchi di ingresso (quello isolato da massa). Se ciò accade, è indizio evidente che non esistono errori di collegamento di notevole importanza.

Ad evitare di danneggiare i transistori OC16 (sia il pilota che i due dello stadio finale), è bene provvedere immediatamente alla regolazione delle polarizzazioni.

A tale scopo, è necessario — dopo aver spento l'apparecchio — interrompere il circuito di collettore di uno dei due transistori finali (ad esempio nel punto indicato con «A» sullo schema di figura 2). Il circuito verrà poi chiuso attraverso un milliamperometro (« tester ») predisposto per una portata di 50 mA a fondo scala. Ciò fatto, si riaccende l'apparecchio, e si regola la resistenza variabile da 500 ohm, presente nel circuito di base di quel transistore, fino ad avere una corrente di 30 mA nel circuito del collettore.

Transistore	Base	Emettitore	Collettore
X B 103	2,9	2,5	5,3
X B 103	—	—	2,9
X C 101	2,9	2,7	5,5
OC16	3,5	3	9,2
2 × OC16	0,15	—	11,7

Tabella delle tensioni. I valori elencati sono stati rilevati con uno strumento avente una sensibilità di 20.000 ohm per volt, e con una tensione di alimentazione dell'amplificatore di 11,7 volt. Possono differire del 10% in più o in meno.

La medesima operazione deve essere eseguita per il secondo transistore finale, regolando però — questa volta — l'altra resistenza da 500 ohm, quella presente nel circuito di base del secondo transistore. In questo caso, l'interruzione per l'inserimento del milliamperometro deve essere effettuata nel punto contrassegnato « B » sullo schema di figura 2. Queste due operazioni perfezionano l'adattamento dei due transistori finali al funzionamento simmetrico in controfase.

Ciò fatto, si compie la stessa regolazione nei confronti del transistore OC16 che pilota lo stadio finale. Si interrompe (ad apparecchio spento) il circuito del collettore nel punto « C » dello schema, ossia prima del primario del trasformatore interstadio, e si collega ai capi rimasti liberi il « tester », predisposto per la portata di 500 mA a fondo scala. Indi si riaccende l'apparecchio, e si regola la resistenza variabile da 1.000 ohm presente nel circuito di base, in serie alla resistenza di sicurezza da 330 ohm, fino a leggere sullo strumento una corrente di 250 milliampère.

Una volta compiuta quest'ultima operazione, l'amplificatore è quasi pronto per funzionare. Non resta che controllare tutte le tensioni, che riportiamo nella apposita tabella. Esse sono state rilevate con uno strumento avente una sensibilità di 20.000 ohm per volt, e possono differire del 10% in più o in meno.

Se si riscontrassero differenze rilevanti, sarà opportuno rivedere l'intero circuito, ed osservare soprattutto che, pur essendo esatti i collegamenti, non sia stato scambiato di posto qualche valore di resistenza. In ogni caso, non dovrebbe essere difficile rintracciare la causa.

Una volta controllate le tensioni, l'apparecchio è senz'altro pronto per funzionare. Basterà collegare all'ingresso relativo un microfono o il « pick-up » di un giradischi, e regolare il tono ed il volume a seconda delle esigenze. Si constaterà come questo apparecchio, piccolo, leggero e di facile realizzazione, non abbia nulla da invidiare ad un tipo analogo a valvole.

DOMANDE sulle LEZIONI 118ª e 119ª

N. 1 —
Cosa si intende per stereofonia, detta anche effetto « presenza » ?

N. 2 —
Come viene effettuata una registrazione stereofonica?

N. 3 —
Su cosa può essere effettuata una registrazione stereofonica ?

N. 4 —
In quale modo vengono attualmente installate le testine di registrazione e riproduzione « stereo » a mezzo di un nastro magnetico ?

N. 5 —
In cosa consiste il sistema di registrazione « stereo » su disco, denominato « 45-45 » o « Westrex » ?

N. 6 —
Per quali motivi questo metodo è risultato preferibile agli altri precedentemente sperimentati ?

N. 7 —
Cosa si intende per « diafonia » ? Quando si manifesta questo fenomeno ?

N. 8 —
Su quale principio si basa un moderno « pick-up » stereofonico del tipo piezoelettrico ?

N. 9 —
Quando si può manifestare una diafonia, nel caso di registrazione « stereo » su nastro ?

N. 10 —
A cosa serve negli impianti stereo, il controllo di bilanciamento ?

N. 11 —
Nell'amplificatore a transistori descritto alla lezione 119ª, a cosa serve la resistenza da 330 kohm connessa in parallelo all'ingresso « FONO » ?

N. 12 —
In quale posizione deve essere il cursore del potenziometro da 10 kohm (per il controllo del tono), affinchè sia massima l'amplificazione degli acuti ?

N. 13 —
Per quale motivo esistono una resistenza semifissa da 1.000 ohm e due da 500 ohm, rispettivamente nei circuiti di base del transistore pilota e dei due transistori finali ?

N. 14 —
Quanti circuiti di controreazione esistono nell'amplificatore a transistori descritto ?

N. 15 —
Cosa accadrebbe se si applicasse un carico da 5 ohm alla presa di uscita a 15 ohm, o un carico da 15 ohm alla presa a 5 ohm ?

N. 16 —
Per quale motivo esistono le tre resistenze di disaccoppiamento (da 1 kohm, da 68 ohm e da 5 ohm), sul lato negativo dell'alimentazione, tra i diversi stadi ?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 929

N. 1 — La percentuale massima ammessa si aggira intorno allo 0,5%.

N. 2 — Perchè è necessaria una riserva di potenza per i transitori e per i « fortissimo » d'orchestra. Inoltre, utilizzando solo parte della potenza disponibile, si ha distorsione ancora minore di quella presente a pieno carico.

N. 3 — Per consentire il massimo smorzamento elettrico dell'altoparlante.

N. 4 — A predisporre con comando unico, il preamplificatore su una determinata curva di responso, complementare a quella del dispositivo dal quale proviene il segnale di ingresso.

N. 5 — Perchè le variazioni di intensità dei suoni non vengono avvertite dall'orecchio umano secondo un rapporto lineare col variare della frequenza.

N. 6 — Attenua l'ampiezza dei segnali a frequenza elevata, col diminuire del guadagno richiesto all'amplificatore.

N. 7 — Un trasformatore di uscita il cui primario è parzialmente in comune tra il circuito di placca e quello di griglia schermo.

N. 8 — Solitamente, il 50%. Una percentuale maggiore diminuirebbe eccessivamente la potenza di uscita, in quanto le valvole finali verrebbero a trovarsi pressochè in condizioni di funzionamento con collegamento a triodo.

N. 9 — Suddividendo gli avvolgimenti in due parti eguali ed affiancate, ed alternando, durante il lavoro di avvolgimento, parti del primario a parti del secondario.

N. 10 — La reciproca influenza tra due segnali di ingresso contemporanei, e di frequenza diversa. Si verifica quando il segnale a frequenza maggiore appare modulato da quello di frequenza minore.

N. 11 — Perchè, per ottenere la migliore linearità, si affida ad altoparlanti a cono di grande diametro la riproduzione delle note basse, e ad altri di minori dimensioni quella delle note acute.

N. 12 — Collegando in serie alla bobina mobile una capacità di valore tale da opporre una certa reattanza alla frequenza da eliminare, consentendo invece il passaggio alle sole frequenze superiori ad un dato valore.

N. 13 — Un altoparlante a compressione, destinato alla sola riproduzione delle note acute.

N. 14 — Un altoparlante a cono, destinato alla sola riproduzione delle note gravi.

N. 15 — Tra il piedino N° 6 ed il piedino N° 3 della valvola 12AU7, ossia tra la placca del secondo triodo ed il catodo del primo.

N. 16 — Per evitare che la corrente alternata, presente nella linea di alimentazione del filamento, induca una tensione nel circuito del segnale, provocando così la presenza di rumore di fondo in uscita.

COSTRUZIONE di un AMPLIFICATORE STEREOFONICO

Alla lezione illustrativa della tecnica riguardante la riproduzione stereofonica (lezione 118ª) facciamo seguire, secondo i principi normalizzatori del Corso, una descrizione a carattere eminentemente pratico vertente sullo stesso soggetto. Così, il lettore che lo desidera, potrà costruire un amplificatore stereofonico che gli consentirà di apprezzare le prerogative delle apposite incisioni discografiche, che già numerose si trovano in commercio. Lo stesso amplificatore, naturalmente, potrà essere impiegato per l'ascolto di segnali stereo provenienti da un registratore adatto, nonchè per la normale riproduzione dei segnali monofonici. L'apparecchio (denominato SM/1111 nell'assieme di montaggio) si presenta come da **figura 1**.

Fig. 1 - Aspetto dell'amplificatore stereofonico interamente montato. E' visibile la posizione dei diversi comandi installati sul pannello frontale. L'intero apparecchio è racchiuso in una elegante cassetta metallica, verniciata a fuoco. Sulla superficie superiore sono visibili le feritoie praticate nella lamiera, per favorire la circolazione dell'aria, necessaria per evitare il surriscaldamento all'interno.

Caratteristiche generali

Potenza massima di uscita indistorta . . . . 10 watt
Potenza ottenibile su ciascun canale, per distorsione max. pari a 0,8%,
frequenze basse . . . . 3,2 watt
frequenze alte . . . . 0,7 watt
Livello ronzio . . . . 70 dB al di sotto del livello massimo.
Controreazione . . . . indipendente sui due canali
Rapporto di controreazione ad 1/30 della potenza massima . . . ⅓
Sensibilità dell'ingresso stereo . . 20 mV
Sensibilità dell'ingresso fono . . . . 30 mV
Sensibiltà dell'ingresso sintonizzatore (« tuner ») . . . . 50 mV
Controlli: Selettore ingresso, bilanciamento, volume (fisiologico), note alte, note basse.

DESCRIZIONE del CIRCUITO

La disposizione schematica è illustrata alla **figura 2**, nella quale si nota la suddivisione dell'apparecchio in due amplificatori, assolutamente identici tro loro, facenti capo, all'ingresso, ad un'unica testina (« pick-up »)

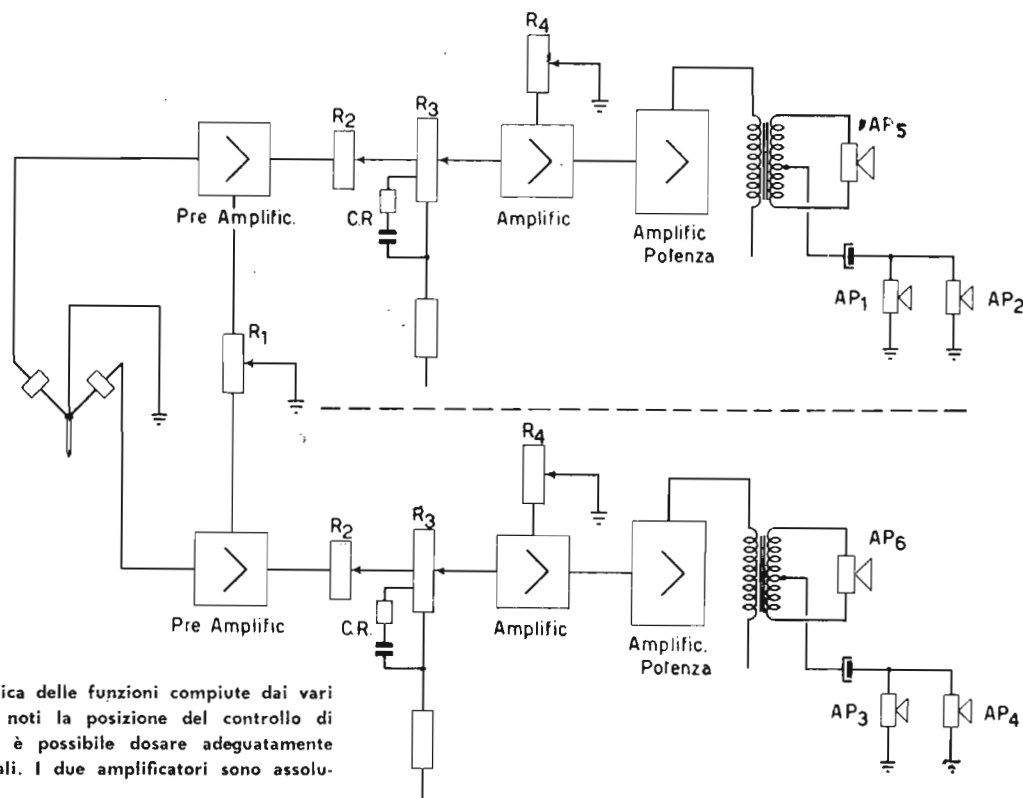



Fig. 2 - Rappresentazione schematica delle funzioni compiute dai vari stadi e dai relativi controlli. Si noti la posizione del controllo di bilanciamento, mediante il quale è possibile dosare adeguatamente la potenza di uscita dei due canali. I due amplificatori sono assolutamente identici tra loro.

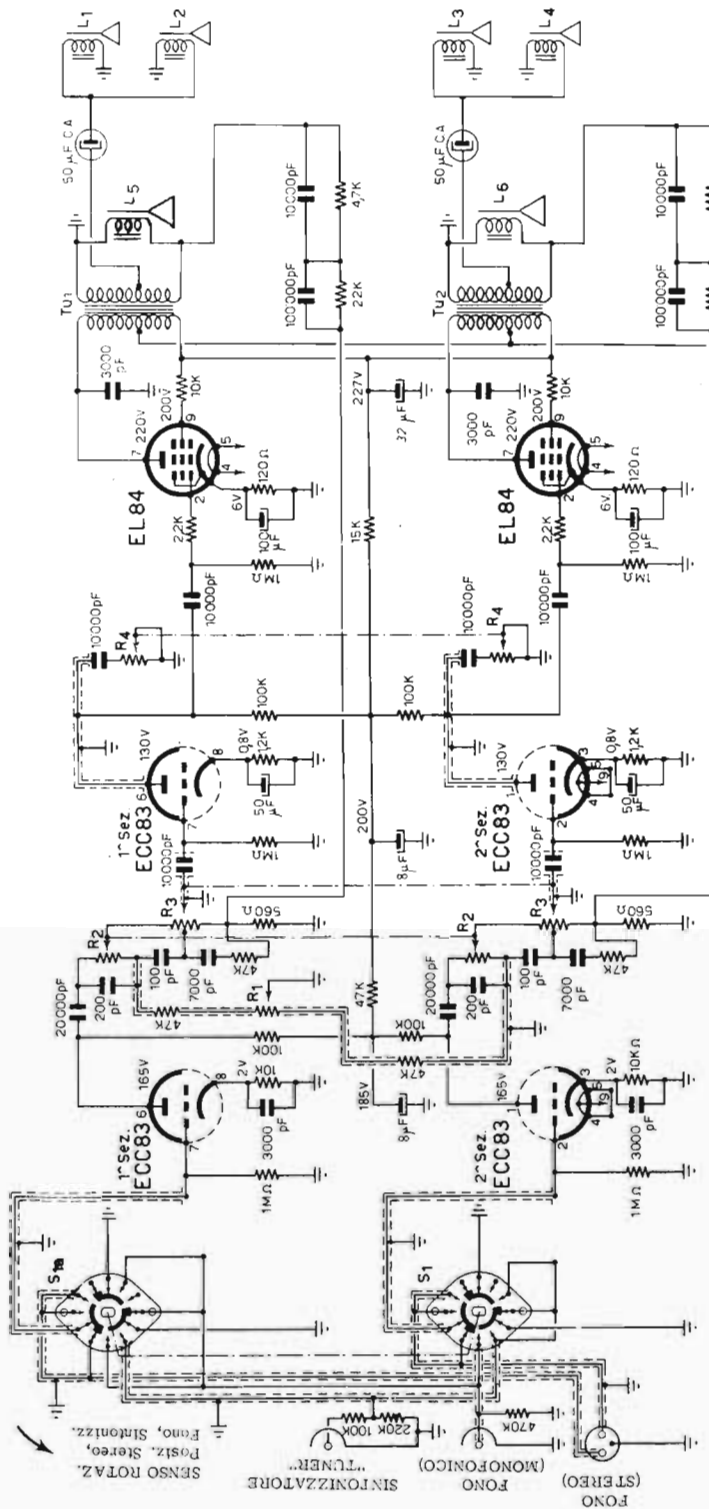



Fig. 3 - Circuito elettrico dell'amplificatore stereofonico descritto. Il selettore di ingresso (S1 ed S1a) consente la predisposizione dell'apparecchio per la riproduzione di un disco « stereo », oppure per il collegamento ad una testina monofonica o ad un sintonizzatore esterno. I controlli di tono e di volume delle due unità sono abbinati, ossia azionati mediante un unico perno per ciascuna funzione. Per le eventuali correzioni è presente il già citato controllo di bilanciamento. Si hanno in totale 5 valvole.

ELENCO dei COMPONENTI

1 - Telaio con fondo e coperchio
1 - Trasformatore di alimentazione
1 - Impedenza
2 - Trasformatore di uscita
1 - Commutatore premontato con 2 dadi
1 - Potenziometro premontato con 2 dadi
1 - Serie basette premontate
1 - Potenz. 10 Mohm + 10 Mohm
1 - Potenz. 1 Mohm + 1 Mohm
1 - Potenz. 0,5 Mohm
1 - Potenz. 50 ohm a filo
1 - Manopolina in gomma
1 - Targhetta stereo
2 - Schermi per valvole
3 - Zoccoli Noval
2 - Zoccoli Noval con ghiera
1 - Portafusibile
1 - Cambio tensione
2 - Fusibili da 3 ampère
2 - Serie prese e spine
2 - Prese a 3 contatti
3 - Spinotti a 3 contatti
1 - Basetta a 6 posti
6 - Basette a 3 posti
1 - Fermacordone
1 - Passacordone
3 - Pagliette semplici di massa
1 - Portalampade Bulgin doppio
1 - Lampadina 6,3/0,15

2 - Resistenze da 1 kohm ½ Watt
6 - Resistenze da 2,2 kohm ½ Watt
5 - Resistenze da 100 kohm ½ Watt
1 - Resistenza da 15 kohm ½ Watt
4 - Resistenze da 10 kohm ½ Watt
2 - Resistenze da 1,2 kohm ½ Watt
3 - Resistenze da 47 kohm ½ Watt
2 - Resistenze da 470 kohm ½ Watt
1 - Resistenza da 220 kohm ½ Watt
1 - Resistenza da 120 ohm 1 Watt

1 - Cond. 50 + 50 μF 350 V
1 - Cond. 32 μF 350 V
1 - Cond. 8 + 8 μF 350 V
2 - Cond. 50 μF 5 V c.a.
2 - Cond. 50 μF 25 V
2 - Cond. 100 μF 25 V
4 - Cond. 3000 pF
2 - Cond. 20.000 pF
2 - Cond. 10.000 pF

4 - Cond. 10.000 pF
2 - Cond. 200 pF ceramica
4 - Manopole
1 - Manopola incisa
m. 2 - Stagno
m. 1,5 - Filo collegamento rosso
m. 1,5 - Filo collegamento grigio
m. 1 - Filo nudo stagnato
m 1 - Tubetto sterling

m. 3 - Cavetto schermato bianco
cm. 20 - Tubetto vipla Ø 6 mm
1 - Cordone alim. con spina
cm 10 - Tubetto vipla Ø 10 mm
m 1 - Trecciola a 2 capi
4 - Chiodini speciali
2 - Viti da 4x40
2 - Dadi da 4M
30 - Viti 3x6
2 - Viti 3x10
1 - Vite 3x10 svasata
3 - Dadi da 3 m.
4 - Schermi piccoli per condensatori
2 - Schermi grandi per condensatori
2 - Valvole EL 84
2 - Valvole ECC83
1 - Valvola EZ80

Fig. 4 - Fotografia del telaio, interamente montato, visto di lato. Sono visibili tutti i componenti installati sulla parte superiore del telaio, nonchè i comandi fissati al pannello frontale.

del tipo stereo, ed all'uscita a due altoparlanti separati, necessari per la doppia riproduzione, costituiti ciascuno da tre unità.

I due segnali complementari, provenienti dalla testina, entrano separatamente in due stadi preamplificatori, tra i quali è presente il controllo di bilanciamento. Le uscite di questi due stadi proseguono attraverso gli stadi successivi, fino ai due dispositivi di riproduzione, rappresentati — in questo caso — da un altoparlante per le note gravi e da due unità minori per le note acute, per ogni canale.

La **figura 3** riporta il circuito elettrico completo, mediante il quale, con l'aiuto dell'elenco dei componenti

Fig. 6 - Disegno in pianta del telaio montato, visto dall'alto. Si noti la posizione del trasformatore di alimentazione, dei due trasformatori di uscita, dei diversi condensatori elettrolitici di filtro e di disaccoppiamento tra gli stadi, nonchè dei comandi frontali, tra cui i doppi potenziometri di tono e di volume, ed il controllo di bilanciamento abbinato all' interruttore generale. Si osservi anche l'orientamento degli zoccoli portavalvola.

riportato, è possibile procedere al montaggio nel modo consueto. Il selettore di ingresso *S*1, costituito da due settori), provvede a predisporre l'amplificatore per il funzionamento come impianto stereofonico, monofonico, o per il collegamento ad un sintonizzatore esterno. Il potenziometro *R*1 agisce da controllo di bilanciamento, in quanto consente di variare la ripartizione dei due segnali provenienti dai due stadi di ingresso.

I due potenziometri *R*2, comandati da un unico albero, costituiscono il doppio controllo di tono delle note basse, mentre le due coppie di potenziometri *R*3 ed *R*4, anch'essi abbinati tra loro, costituiscono i due controlli separati, rispettivamente per il volume fisiologico e per le note alte.

I due stadi finali constano ciascuno di un pentodo del tipo EL84, ciascuno dei quali ha il suo trasformatore di uscita. Gli altoparlanti per la riproduzione delle note gravi sono connessi direttamente in parallelo al secondario dei due trasformatori di uscita, mentre i due altoparlanti minori, adatti alla riproduzione delle note acute, presenti in coppia ad entrambe le uscite, sono tra loro in parallelo e — a loro volta — in parallelo ad una parte del secondario, attraverso un condensatore elettrolitico per corrente alternata da 50 μF.

Fig. 5 - Disposizione degli attacchi fissati alla fiancata verticale posteriore dello chassis. Quando — a montaggio ultimato — l'apparecchio viene installato nel suo involucro, le prese qui indicate restano accessibili dall'esterno.

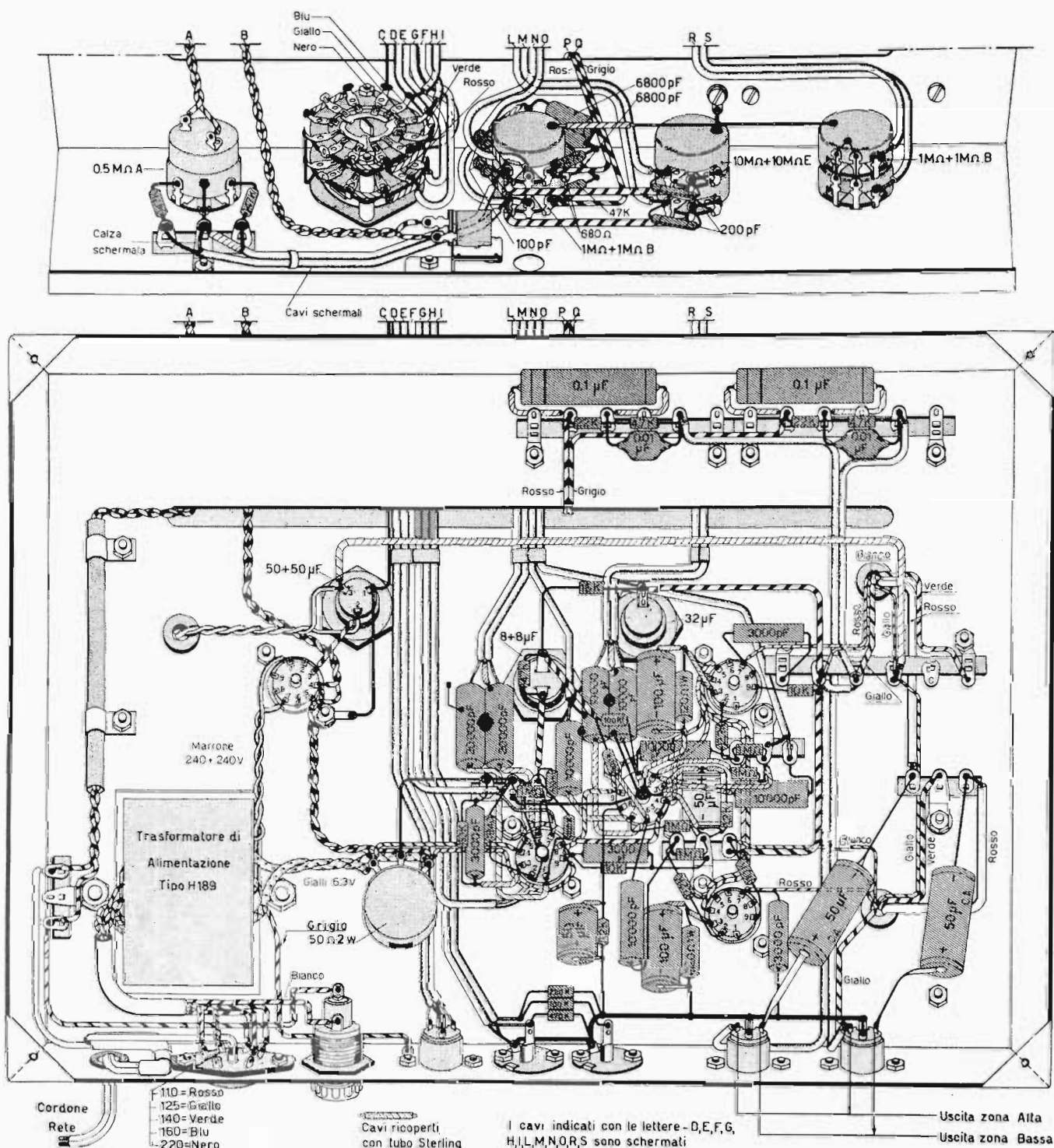



Fig. 7 - Disegno di assieme del telaio interamente montato, visto dall'interno. La parte superiore rappresenta il pannello di comando. Sono facilmente riconoscibili i componenti, sui quali è riportato il valore, e le connessioni relative.

In entrambi gli amplificatori, il circuito di controreazione è applicato tra il secondario del trasformatore di uscita ed il ritorno a massa del potenziometro *R3* che controlla il volume.

Il circuito di alimentazione è convenzionale, come pure il sistema di filtraggio e di disaccoppiamento anodico.

Il MONTAGGIO MECCANICO

Non ci dilungheremo — questa volta — sulle consuete operazioni di montaggio, alle quali il lettore è ormai da tempo abituato. La **figura 4** illustra la disposizione dei componenti sul telaio. La **figura 5** indica la disposizione delle prese sullo chassis e la **figura 6** riproduce ancora, in disegno, il telaio visto in pianta. Osservando tali figure non risulterà difficile installare le varie parti al loro posto, rispettando l'orientamento.

Il MONTAGGIO ELETTRICO

Anche nei confronti del montaggio elettrico non potremo che ricordare ancora una volta tutte le precauzioni necessarie ad ottenere un cablaggio razionale. L'unica particolare caratteristica di questo apparecchio consiste nel fatto che si tratta — in realtà — di due amplificatori assolutamente identici tra loro. Inoltre, data la notevole amplificazione da parte di ogni

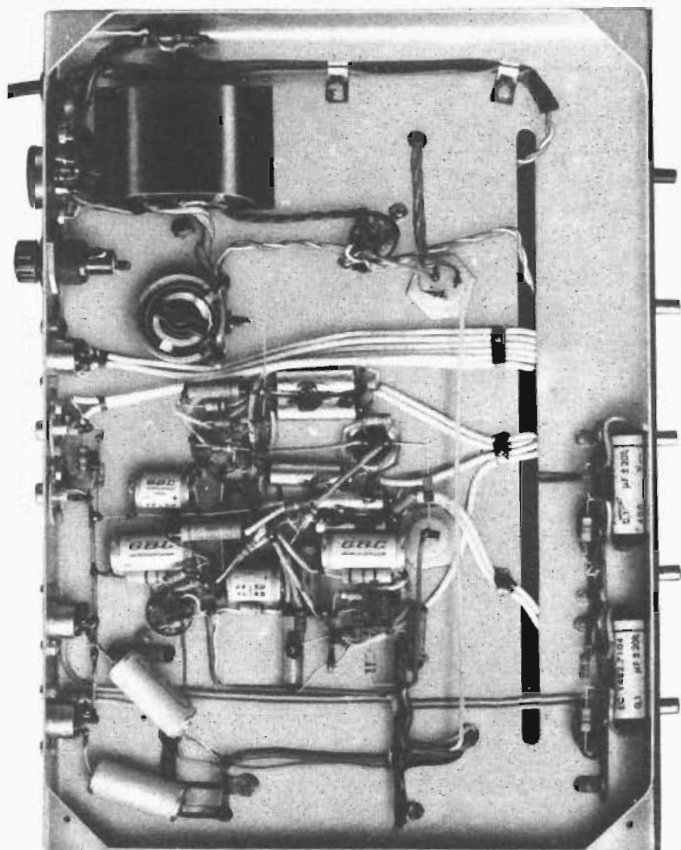



Fig. 8 - Fotografia del telaio montato e visto dal di sotto. Anche questa illustrazione è d'aiuto per individuare rapidamente la posizione dei diversi componenti del circuito.

singolo stadio, è bene curare al massimo la schermatura dei collegamenti percorsi dal segnale, al fine di evitare reciproche influenze che si risolverebbero in una fastidiosa intermodulazione tra i due canali.

La **figura 7** illustra il telaio interamente montato, visto dalla parte 'inferiore. In alto è riportato il pannello di comando, ed in basso il piano del telaio. I diversi collegamenti, riuniti in fasci paralleli ove necessario, corrispondono a quelli rivolti verso l'alto nella parte superiore del disegno.

Essendo riportati i valori sulla maggior parte dei componenti, ben difficilmente potrà accadere di commettere un errore di qualsiasi genere. Si raccomanda — in ogni caso — di seguire attentamente, durante il montaggio, sia la figura 7 ora citata, sia il circuito elettrico di figura 3, sia la riproduzione fotografica del telaio montato, illustrato in **figura 8**.

Dopo aver ultimato il montaggio elettrico, seguendo l'ordine progressivo più volte suggerito in questo Corso, si può senz'altro procedere al collaudo.

VALVOLA	PIEDINI					
	1	3	6	7	8	9
ECC 83		--	165		- 2	--
EL 84	--	—	6	220		200
EZ 80	240 ~	255	--	240 ~		--

Tabella delle tensioni ai piedini delle valvole. Sono state omesse le tensioni di accensione, i cui piedini non figurano. Tale tensione ammonta a 6,3 volt. La misura è stata effettuata con un « tester » da 20.000 ohm per volt, e i valori possono differire del 5%.

COLLAUDO e MESSA a PUNTO

Effettuato varie volte il consueto controllo, sia dell'esattezza dei collegamenti, sia della eventuale presenza di cortocircuiti sull'anodica, si controllino le tensioni a valvole disinserite prima, e poi con la sola raddrizzatrice. Ciò fatto, si colleghino gli altoparlanti alle relative prese d'uscita, e, a valvole inserite, si verifichi che le tensioni ai piedini corrispondano (entro il 10% in più o in meno) a quelle elencate nella apposita tabella qui riportata.

Il potenziometro *R5*, presente in parallelo al secondario del trasformatore di alimentazione che fornisce la tensione di accensione, deve essere regolato fino ad ottenere il minimo ronzio in uscita.

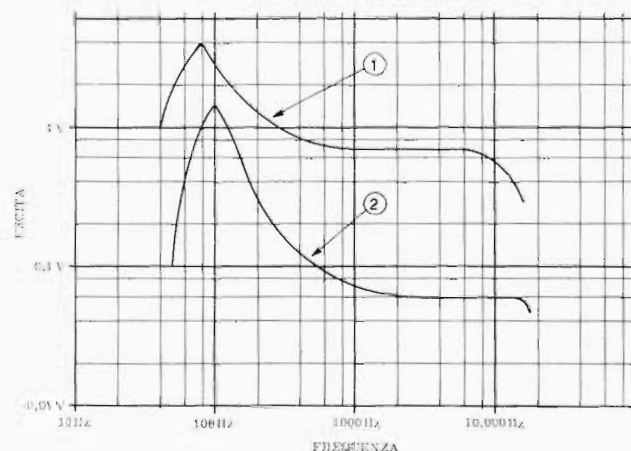



Fig. 9 - Curve di responso dell'amplificatore. La curva 1 è stata rilevata col doppio potenziometro R3 in posizione di massimo volume. La curva 2 è stata invece rilevata col cursore di detto potenziometro in corrispondenza della presa per il controllo fisiologico del volume.

La **figura 9** illustra le due curve di responso degli amplificatori, e precisamente la curva 1, ricavata con il controllo *R3* al massimo, e la curva 2, ricavata col cursore di *R3* in corrispondenza della presa per il controllo fisiologico del volume.

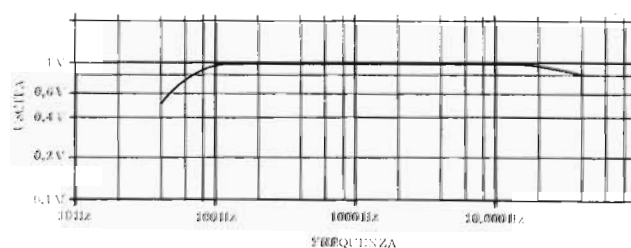



Fig. 10 - Curva di responso generale dell'amplificatore, rilevata con un segnale di ingresso di 3,5 mV, per 1 volt in uscita. Come si nota, il responso alla frequenza può essere considerato lineare da 1000 a 10.000 hertz, tenendo il controllo di tono interamente ruotato verso destra.

La **figura 10**, infine, illustra la curva di responso generale, rilevata con un segnale di ingresso di 3,5 mV.

Per ultimare il collaudo, non resta che inserire nell'attacco relativo una testina stereo, e nel regolare i controlli di volume, tono e bilanciamento, fino ad ottenere una regolare riproduzione da parte dei due altoparlanti, distanti tra loro da due a tre metri. Nel caso di impiego di una testina monofonica, o di un sintonizzatore, il selettore d'entrata dovrà essere nella posizione relativa. In tali condizioni, i due canali forniscono contemporaneamente i medesimi segnali.

L'AMPLIFICATORE

a TRANSISTORI

è il complesso ideale per gli impianti di amplificazione portatili.

PICCOLO - AUTONOMO
DI GRANDE POTENZA

descritto dettagliatamente alla lezione 119ª

FORNITO COME SCATOLA DI MONTAGGIO

Rivolgetevi alle Sedi G B C oppure direttamente alla Sede centrale: Via Petrella, 6 - MILANO

Chiedete all'edicola questo nuovo Numero

RADIO e TELEVISIONE n. 101

la nitida voce del progresso

SCOTCH Magnetic Tape

MINNESOTA

Se siete interessati alla televisione, alla radiotecnica, all'elettronica applicata, è nel Vostro reale tornaconto seguire questa rassegna che, mensilmente, con i suoi numerosi articoli, Vi consente un aggiornamento completo con la costante evoluzione della tecnica e del mercato.

ABBONATEVI !

Abbonamento per 12 Numeri. . . . . lire 3.060.
Per gli abbonati al "Corso di Radiotecnica" . . . . solo lire 2.754.

Abbonamento: "RADIO e TELEVISIONE" - via dei Pellegrini N. 8/4, conto corrente postale: 3/4545 - Milano

Una copia, alle edicole, lire 300

L'abbonamento non ha riferimento all'anno solare e vi da sempre diritto a ricevere 12 Numeri: inoltre, vi invieremo 4 fascicoli in omaggio, da voi scelti tra quelli disponibili, anteriori al N. 97.

Se non disponete del N. 98 potete farlo includere nell'abbonamento.

MANTENETEVI AGGIORNATI CON LA TECNICA RADIO - TV LEGGENDO ASSIDUAMENTE **« RADIO e TELEVISIONE »**

GELOSO

COMPONENTI

PER IMPIANTI ALTA FEDELTA'

AMPLIFICATORE ALTA FEDELTA' G 203 - HF

Risposta lineare 20 ÷ 20.000 Hz - Potenza d'uscita 7 ÷ 11 watt - Distorsione totale inferiore all'1 % a piena potenza - 2 circuiti d'entrata, per pick-up piezo o a riluttanza variabile - Controlli di tono indipendenti per alte e basse frequenze - impedenze d'uscita da 3 a 24 ohm - Alimentazione con c.a. 100 ÷ 250 volt - Dimensioni cm 33 x 18 x 19 - Peso kg 6,500
Lire 30.500

COMPLESSO FONOGRAFICO MONOFONICO ALTA FEDELTA' N. 3003

4 velocità con pick-up piezoelettrico - Larga banda di risposta L. 16.000

COMPLESSO FONOGRAFICO STEREOFONICO N. 3005

4 velocità con pick-up piezo per dischi stereo e monoaurali L. 19.000

TRASFORMATORE D'USCITA ALTA FEDELTA' Mod. 5431 - HF

Potenza max. 20 watt (distorsione 1 %) - da 30 a 20.000 Hz - Risposta : ± 1 dB da 30 a 40.000 Hz - Induttanza primario 10 henry — Impedenza 5.000 ohm - 1° e 2° secondario : 3 ÷ 4; 4,5 ÷ 5,5; 6 ÷ 8; 12 ÷ 16; 15 ÷ 19; 18 ÷ 24 ohm - 3° secondario: 250 ohm (uscita a tensione costante 70 volt)
Lire 15.000

ALTOPARLANTE BIFONICO ALTA FEDELTA' SP303/ST

Risposta 30 ÷ 18.000 Hz - impedenza 16 ohm - Filtro discriminatore incorporato - Diametro max. mm 30 - Peso kg 2.150 . . L. 12.000

ALTOPARLANTE A LARGA BANDA SP301/ST

per frequenze basse e medie negli impianti ad Alta Fedeltà - Risposta 30 ÷ 9.000 Hz - Impedenza 5 ohm - Diametro max. mm 300 - Peso kg. 2.000. . . . . . L. 6.000

ALTOPARLANTE A LARGA BANDA SP251/ST

per frequenze basse e medie negli impianti ad Alta Fedeltà - Risposta 50 ÷ 10.000 Hz - Impedenza 5 ohm - Diametro max. mm 253 L. 4.600

ALTOPARLANTE PER FREQUENZE ALTE ED ALTISSIME SP92/ST

Risposta 2000 ÷ 15.000 Hz - Impedenza 5 ohm - Deve essere usato in serie ad un condensatore a carta da 1 μF/150 V. . . L. 1.750

Per altri tipi di amplificatori, trasformatori d'uscita e componenti Alta Fedeltà, stereo o monoaurali, richiedere il « Bollettino Tecnico Geloso » N. 78 - 79 dedicato alla B.F.

GELOSO S. p. A. - MILANO (808) - Viale Brenta, 29

HEATH COMPANY

a subsidiary of Daystrom, Inc.

KIT

MODELLO *EA-3*

REQUISITI

- *Risposta di frequenza entro 1 dB da 20 20.000 Hz con 14 W.*
- *Distorsione inferiore all'1 % per 14 W di uscita.*
- *Tre ingressi separati selezionabili con commutatore.*
- *Equalizzazione RIAA.*
- *Controlli dei Bassi e degli Alti separati.*

LARIR RAPPRESENTANTE GENERALE PER L'ITALIA

MILANO P.zza 5 GIORNATE 1
Telefoni: 795.762 - 795.763

Agenti esclusivi di vendita per:

LAZIO - UMBRIA - ABRUZZI . . Soc. FILC RADIO
Piazza Dante, 10 - ROMA - telefono 736.771

EMILIA - MARCHE . . . . Ditta A. ZANIBONI
Via Azzogardino, 2 - BOLOGNA - telefono 263.359

VENETO . . . . Ditta E. PITTON
Via Cavallotti, 12 - PORDENONE - tel. 2244